

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 02.06.2026 12:18:21  
Уникальный программный ключ:  
236bcc35c296f1190ca61c3859c11a520c07921a8043a6815f634304d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д. МИЛЛИОНЩИКОВА  
Кафедра «Теплотехника и гидравлика»**

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры « 24 » 04 2026 г.,  
протокол № 8  
Заведующий кафедрой  
Эзирбаев Т.Б.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ  
УСТАНОВКАХ»**

**Направление подготовки**

13.04.02 - «Электротехника и электроэнергетика»

**Направленность (профиль)**

«Геотермальные электростанции»

**Квалификация**

Магистр

Составитель (и)  Р.А.-В. Турлуев

Грозный – 2026

## 1. Фонд оценочных средств измерения уровня освоения студентами данной дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
- вопросы и тесты для проведения первой промежуточной аттестации;
- вопросы и тесты для проведения второй промежуточной аттестации;
- вопросы к экзамену;
- билеты на экзамен.

### 1.2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| №<br>п/п | Контролируемые разделы (темы)<br>дисциплины                                                       | Код контролируемой<br>компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного<br>средства                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1        | Техническая термодинамика. Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.               | ПК-2, ПК-4                                          | Опрос. Лабораторное занятие. Практическое занятие. Тест. |
| 2        | Первый закон и второй законы термодинамики. Энтальпия. Энтропия.                                  | ПК-2, ПК-4                                          | Опрос. Лабораторное занятие. Практическое занятие. Тест. |
| 3        | Круговые процессы. Цикл Карно. Циклы тепловых двигателей.                                         | ПК-2, ПК-4                                          | Опрос. Лабораторное занятие. Практическое занятие. Тест. |
| 4        | Термодинамические процессы в идеальных и реальных газах и пара. Процессы в геотермальных системах | ПК-2, ПК-4                                          | Опрос. Лабораторное занятие. Практическое занятие. Тест. |
| 5        | Теплопередача. Сложный теплообмен.                                                                | ПК-2, ПК-4                                          | Опрос. Лабораторное занятие. Практическое занятие. Тест. |

### 1.2 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

| №<br>п/п | Наименование<br>оценочного<br>средства | Краткая характеристика<br>оценочного средства                                                                                                                             | Представление<br>оценочного<br>средства<br>в фонде |
|----------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1        | Коллоквиум                             | Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися | Вопросы по темам /<br>разделам<br>дисциплины       |
| 2        | Доклад,<br>сообщение                   | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой                                                                                                             | Темы докладов,<br>сообщений                        |

|   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |
|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|   |         | <p>публичное выступление</p> <p>По решению определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы</p>                                                                                                                                                                                                       |                    |
| 3 | Реферат | <p>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, проводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё</p> | Темы рефератов     |
| 4 | Экзамен | Итоговая форма оценки знаний                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Вопросы к экзамену |

**2. Критерии оценки знаний студента** Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания (Приложение 1).

### **3. Оценочные средства**

#### **3.1 Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
5. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага. Определение удельного объема смеси.

10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.

**Билет № 1 к первой рубежной аттестации по дисциплине «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»**

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |                                                                                                                                           |
| <b>I рубежная аттестация</b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |
| Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                     |                                                                                                                                           |
| <b>Билет № 1</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                           |
| 1.                                                                                                                                                                        | Понятие термодинамической системы. Изолированная и неизолированные термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния       |
| 2.                                                                                                                                                                        | Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления. |
| 3.                                                                                                                                                                        | Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                                            |
| 4.                                                                                                                                                                        | Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.                                                                                   |
| Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доцент <span style="float: right;">Р.А-В. Турлуев</span>                                                                       |                                                                                                                                           |

**3.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства.
2. Основные понятия процесса парообразования. Насыщенный водяной пар, перегретый пар (степень сухости и степень влажности пара).
3. Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.
4. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
5. Энтропия. PV- и TS- диаграммы.
6. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.
7. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).

8. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
9. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
10. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
11. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
12. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
13. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров.
14. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
15. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
16. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
17. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
18. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
19. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
20. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
21. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
22. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
23. Холодильные и теплонасосные установки.

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p style="text-align: center;">МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p style="text-align: center;"><b>Билет №1</b></p> |
|   | <b><u>II рубежная аттестация</u></b>                                                                                                                                                                                                                               |
|   | Дисциплина: «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                                                                                             |
| 1 | Термическое сопротивление теплоотдачи. Интенсификация теплопередачи. Методы интенсификации. Основные формулы                                                                                                                                                       |
| 2 | Стационарное и нестационарные температурные поля. Пространственное поле. Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.                                                                                                   |
| 3 | Проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Расчет плотности теплового потока через многослойную стенку                                                                                                                                               |
| 4 | Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье.                                                                                                                                                                  |

**3.3. Вопросы к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках» (ПК-2, ПК-4)**

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Изолированная и неизолированная термодинамические системы. Равновесные и неравновесные системы.
3. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
5. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Уравнение состояния реальных газов.
7. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов.
8. Состав смеси газов. Выражение массовых долей компонента.
9. Выражение объемных долей компонентов смеси. Парциальный объем смеси. Закон Амага. Определение удельного объема смеси.
10. Определение газовой постоянной смеси по известным массовым долям. Кажущаяся молекулярная масса смеси газов.
11. Газовая постоянная. Формулы определения.
12. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
13. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
14. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
16. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
17. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
18. Второй закон термодинамики.
19. Цикл Карно. Термический КПД.
20. Термодинамические процессы идеальных газов (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный) метод исследования процессов.
21. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства. Основные понятия процесса парообразования. Насыщенный водяной пар, перегретый пар (степень сухости и степень влажности пара).
22. Определение параметров воды и пара.  $PV$ -диаграмма водяного пара.
23. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
24. Энтропия.  $PV$ - и  $TS$ - диаграммы.
25. Влажный воздух. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Свойства влажного воздуха.
26. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
27. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.

28. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
29. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
30. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
31. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
32. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров.
33. Трансформаторы теплоты. Циклы холодильных установок и термотрансформаторов.
34. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.
35. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.
36. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
37. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Типы теплообменных аппаратов, кипятильников и подогревателей.
38. Механизм процессов горения. Общие принципы расчета процессов горения. Теплота сгорания. Условное топливо. Приведенные характеристики. Классификация топлив.
39. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.
40. Котельные установки. Паровые и газовые турбины.
41. Теплообменные аппараты. Регенеративные и смесительные теплообменники. Показатели эффективности: КПД, интенсивность теплообмена, отношение расходных теплоемкостей, коэффициент трансформации теплоты.
42. Холодильные и теплонасосные установки.

### Образец билета к экзамену по дисциплине

|                                           |                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |
| Дисциплина                                | «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                |
|                                           | <b>Билет № 1 Экзамен</b>                                                                                                                                                  |
| 1.                                        | Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).               |
| 2.                                        | Определение параметров воды и пара. PV-диаграмма водяного пара.                                                                                                           |
| 3.                                        | Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. |
| 4.                                        | Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело.                                                             |
| Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» |                                                                                                                                                                           |
| Р.А-В. Турлуев                            |                                                                                                                                                                           |

### 3.4 Текущий контроль

#### Лабораторная работа № 1

##### «Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач».

**1. Цель работы.** Определение с помощью уравнения первого закона термодинамики количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду в условиях лабораторной установки.

#### 2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?
6. Сформулируйте и напишите аналитические выражения первого закона термодинамики для замкнутой и разомкнутой оболочек.
7. Каков физический смысл величин, входящих в уравнения первого закона термодинамики для замкнутой и разомкнутой оболочек?
8. Дайте определение и поясните физический смысл понятий теплоты и работы в технической термодинамике.
9. Что означают знаки « + » и « – » для теплоты и работы?
10. На что и каким образом влияет изменение нагрева трубы при постоянном расходе воздуха?
11. На что расходуется мощность, подведенная для нагрева трубы, и как она определяется?
12. Как осуществляется выбор контрольных оболочек (границ) подсистем (системы) применительно к данной лабораторной работе?
13. В каком месте и почему границы подсистем (системы) размыкаются? Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

#### Лабораторная работа №2

##### «Определение параметров влажного воздуха»

**1. Цель работы.** Изучение термодинамических свойств влажного воздуха и процессов изменения параметров влажного воздуха.

#### 2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как вы понимаете такие состояния, как насыщенный и ненасыщенный влажный воздух?



4. Как вы относитесь к термину «пересыщенный» влажный воздух?
5. Как формулируется и записывается закон парциальных давлений для влажного воздуха?
6. Что называется абсолютной, относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха?
7. Как выражается и из чего складывается теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха?
8. Почему с увеличением температуры влажного воздуха его относительная влажность уменьшается?
9. Чем вы можете объяснить влияние скорости воздуха на отклонение показания смоченного термометра от истинного значения температуры мокрого термометра?
10. Как устроена диаграмма  $i-d$  влажного воздуха и, каким образом определяются параметры влажного воздуха с помощью диаграммы по показаниям сухого и мокрого термометров?
11. Покажите на диаграмме и поясните процессы «сухого» нагрева и охлаждения влажного воздуха.
12. Покажите на диаграмме и поясните процесс адиабатного насыщения влажного воздуха.
13. Дайте определение понятию точки росы. Как определяется температура точки росы на диаграмме?
14. Какова связь между относительной влажностью воздуха и его влагосодержанием?
15. Дайте вывод аналитической формулы для расчета абсолютной влажности воздуха.
16. Дайте вывод аналитической формулы для расчета влагосодержания воздуха.
17. Дайте вывод аналитической формулы для расчета теплосодержания (энтальпии) воздуха.

### **Лабораторная работа № 3**

#### **«Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло»**

**1. Цель работы.** Исследование зависимости массового расхода воздуха через суживающееся сопло от отношения давления за соплом к давлению перед соплом.

#### **2. Контрольные вопросы.**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Дайте определение процессов истечения и дросселирования.
4. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу истечения.
5. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу дросселирования.
6. Как изменяется скорость истечения через суживающееся сопло при изменении  $\beta$  от 1 до 0 (покажите качественное изменение на графике расхода)?
7. Чем объясняется проявление критического режима при истечении?

8. В чем различие теоретического и действительного процессов истечения?
9. Как изображается теоретический и действительный процессы истечения в координатах  $h-s$ ?
10. Почему отличаются теоретическая и действительная температуры воздуха на выходе из сопла при истечении?
11. На каком основании процесс дросселирования используется при измерении расхода воздуха?
12. Как может изменяться температура воздуха в процессе дросселирования?
13. От чего зависят величины коэффициентов: потери скорости  $\varphi_c$ , потери энергии  $\zeta_c$  и полезного действия канала  $\eta_k$ ?
- Какие каналы называются соплами?
15. От каких параметров зависят расход и скорость газа при истечении через сопло?
16. Почему температуры воздуха перед диафрагмой и перед соплом равны?
17. Как изменяются энтальпия и энтропия потока газа, при прохождении через диафрагму?

## **Лабораторная работа №4**

### **«Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)»**

**1. Цель работы.** Освоение одного из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя) и закрепление знаний по теории теплопроводности.

#### **2. Контрольные вопросы.**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.

12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?
13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?
14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

### **Лабораторная работа №5**

#### **«Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)»**

- 1. Цель работы.** Определение экспериментальным путем на лабораторной установке коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве. Изучение методики обработки опытных данных с применением теории подобия и составления критериального уравнения по результатам эксперимента.
- 2. Контрольные вопросы.**
  1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
  2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
  3. 3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
  4. 4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
  5. 5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
  6. 6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
  7. 7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
  8. 8. . Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
  9. 9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
  10. 10. . Что такое критерий подобия?
  11. 11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
  12. 12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
  13. 13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
  14. 14. Как определяется коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  из критериального уравнения? Что характеризуют критерии  $Nu$ ,  $Gr$ ,  $Pr$ ?

### **Лабораторная работа № 6**

#### **«Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе»**

**1. Цель работы.** Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтальном трубопроводе. Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и сравнение их с вычисленными по критериальным уравнениям.

**2. Контрольные вопросы.**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. по каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
6. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?
7. Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.
8. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.
9. Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?
10. Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?
11. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?
12. В чем сущность "теории подобия" и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?
13. Как составляются критериальные уравнения?
14. Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.
15. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?
16. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?
17. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?
18. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

Контрольно- измерительный материал  
по учебной дисциплине

**«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ  
УСТАНОВКАХ»**

**Направление подготовки**

13.04.02 - «Электротехника и электроэнергетика»

**Направленность (профиль)**

«Геотермальные электростанции»

**Квалификация**

Магистр

## 4.1 Тестовые задания к 1 рубежной аттестации по дисциплине «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»

### ТЕРМОДИНАМКА ТЕСТ №1

**I** Какая из перечисленных величин не может быть параметром состояния?

- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| 1. Объем     | 3. Абсолютная температура |
| 2. Плотность | 4. Абсолютное давление    |

**II** Укажите уравнение Клапейрона

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| 1. $PV = MRT$ | 2. $PV = RT$            |
| 3. $Pv = RT$  | 4. $Pv = \frac{m}{M}RT$ |

**III** Закон Майера для единицы массы:

- |                                             |                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. $\bar{C}_p - \bar{C}_v = \bar{A}\bar{R}$ | 2. $C_v - C_p = AR$             |
| 3. $C_p - C_v = AR$                         | 4. $C_v - C_p = \bar{A}\bar{R}$ |

**IV** От каких параметров зависит внутренняя энергия простого тела?

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| 1. $U = U(t, V)$ | 2. Все ответы верны. |
| 3. $U = U(P, V)$ | 4. $U = U(P, t)$     |

**V** Что называется термодинамическим процессом (Какие из ответов правильные)?

1. Совокупность непрерывно изменяющихся состояний рассматриваемой системы.
2. Это совокупность состояний системы.
3. Совокупность свойств, определяющих термодинамическую систему.
4. Процесс, который может протекать как в прямом, так и в обратном направлении.
5. Нет правильного ответа.

**VI** Что дает площадь фигуры под кривой процесса в P - V координатах?

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Теплообмен процесса.       | 3. Приращение внутренней энергии. |
| 2. Увеличение энтальпии газа. | 4. Работу, совершенную газам.     |

**VII Чему равна интегральная величина термодинамической работы в изохорном процессе?**

1.  $L_{1,2} = P(V_2 - V_1)$
2.  $L_{1,2} P_m (V_2 - V_1)$
3.  $L_{1,2} = 0$
4.  $L_{1,2} = \int_1^2 P dV$

**VIII Что такое смесь газов?**

1. Система тел (компонентов), химически взаимодействующих между собой.
2. Это вещество, все молекулы которого одинаковы.
3. Система тел (компонентов), химически не взаимодействующих между собой.
4. Это вещество типа  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CO_4$  и др.

**IX Укажите уравнение, выражающее закон Дальтона.**

1.  $P_{CM} = P_i r_i$
2.  $P_{CM} \sum_{i=1}^n q_i P_i$
3.  $P_{CM} = \sum_{i=1}^n r_i P_i$
4.  $P_{CM} = \sum_{i=1}^n P_i$

**X Что называется круговым процессом (циклом)?**

1. Это замкнутые процессы, характеризующиеся возвратом рабочих тел в исходное состояние
2. Это процесс, в котором  $\oint dz \neq 0$
3. Это процесс, в котором  $\oint \delta Q = 0$
4. Это процесс, в котором  $\oint \delta L = 0$

**XI Укажите к.п.д. термодинамического цикла Карно.**

1.  $\eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$
2.  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
3.  $\eta = 1 - \frac{|Q_2^*|}{|Q_1^*|}$
4.  $\eta = \frac{|Q_2^*|}{|AL^*|}$

**XII В каком процессе изменение внутренней энергии идеального газа равно нулю?**

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. В изохорическом  | 3. В изобарическом |
| 2. В изотермическом | 4. В адиабатном    |

## ТЕРМОДИНАМКА ТЕСТ №2

**I** Какая шкала температур используется в термодинамике?

- |                                                  |               |             |
|--------------------------------------------------|---------------|-------------|
| 1. Цельсия                                       | 3. Фаренгейта | 4. Кельвина |
| 2. Международная практическая стоградусная шкала |               |             |

**II** Физический смысл  $R$

1. Это работа расширения 1 кг газа при изменении температуры на  $1^\circ$  в изобарном процессе.
2. Это работа расширения 1 кмоль газа при изменении температуры на  $1^\circ$ .
3. Это газовая постоянная.
4. Это работа расширения 1 куб.м. газа

**III** Связь между плотностью и удельным объемом

- |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. $\rho = \frac{M}{v}$ | 2. $\rho = \frac{V}{v}$ | 3. $\rho = \frac{1}{v}$ | 4. $\rho = \frac{v}{M}$ |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|

**IV** Изменятся ли показания манометра на сосуде при поднятии его на большую высоту (более 100 м)?

- |                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| 1. Увеличивается | 2. Не изменяется                 |
| 3. Уменьшается   | 4. Стрелка установлена на "нуле" |

**V** Какая величина давления наименьшая?

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. 1 н/м <sup>2</sup> | 2. 1 кг/см <sup>2</sup> |
| 3. 1 мм вод.ст.       | 4. 1 мм рт.ст.          |

**VI** Идеальными газами называют такие, которые:

- Подчиняются закону Бойля-Мариотта.
- Подчиняются законам Бойля-Мариотта и Гей-Люссака.
- Подчиняются уравнению Клапейрона.
- Все ответы правильные.

**VII** Укажите исходное уравнение первого начала термодинамики по внешнему



**балансу для элементарного процесса?**

1.  $Q_{1,2} = U_2 - U_1 + AL_{1,2}$

2.  $\delta Q = dU + \delta L$

3.  $Q_{1,2}^* = U_2 - U_1 + AL_{1,2}^*$

4.  $\delta Q = dU + A\delta L$

**VIII От каких параметров зависит внутренняя энергия простого тела?**

$U = U(t, v)$

2. Все ответы верны.

3.  $U = U(P, v)$

4.  $U = U(P, t)$

**IX От каких параметров зависит внутренняя энергия идеального газа?**

1.  $U = U(t)$       2.  $U = U(t, v)$       3.  $U = U(P, v)$       4.  $U = U(P, t)$

**X Чему равна интегральная величина термодинамической работы в изохорном процессе?**

1.  $L_{1,2} = P(V_2 - V_1)$

2.  $L_{1,2} P_m (V_2 - V_1)$

3.  $L_{1,2} = 0$

4.  $L_{1,2} = \int_1^2 P dV$

**XI Укажите массовую концентрацию**

1.  $q_i = \frac{G_i}{G}$       2.  $q_i = \frac{G_i}{\bar{G}}$

3.  $q_i = \frac{\bar{G}_i}{G}$       4.  $q_i = \frac{\bar{G}_i}{\bar{G}}$

**XII Укажите к.п.д. термодинамического цикла Карно.**

1.  $\eta = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$       2.  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

3.  $\eta = 1 - \frac{|Q_2^*|}{|Q_1^*|}$       4.  $\eta = \frac{|Q_2^*|}{|AL^*|}$

## ТЕРМОДИНАМКА ТЕСТ №3

**I Чему равен 1 мм ртутного столба?**

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| 1. 10 кг/м <sup>2</sup>  | 2. 13,6 мм вод.ст. |
| 3. 9,8 н/см <sup>2</sup> | 4. 1,02 бар.       |

**II Связь между плотностью и удельным объемом**

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. $\rho = \frac{M}{v}$ | 2. $\rho = \frac{V}{v}$ |
| 3. $\rho = \frac{1}{v}$ | 4. $\rho = \frac{v}{M}$ |

**III Удельный объем вычисляется:**

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. $v = \frac{M}{V}$ | 2. $v = \frac{\rho}{V}$ |
| 3. $v = \frac{V}{M}$ | 4. $v = \frac{V}{\rho}$ |

**IV Что такое термодинамическая система?**

1. Совокупность материальных тел, взаимодействующих между собой и с окружающей средой
2. Только идеального газа
3. Только несжимаемая жидкость
4. Все ответы правильные

**V Укажите уравнение Клапейрона?**

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. $PV = RT$             | 2. $Pv = PT$            |
| 3. $Pv = \overline{GPT}$ | 4. $Pv = \overline{RT}$ |

**VI Дайте определение давления?**

1. Давление окружающей среды?
2. Сила, отнесенная к единице поверхности.
3. Сила, равномерно распределенная по поверхности.
4. Предел величины отношения нормальной составляющей силы к площади, на которую действует сила.

**VII Что собой представляет удельная энтальпия простого тела?**

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. $i = U + APv$ | 2. $h = U + APV$ |
| 3. $i = U + PV$  | 4. $i = U - APv$ |

**VIII Работа изменения объема является:**

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| 1. Функцией состояния.   | 3. Функцией процесса.      |
| 2. Оба ответа правильны. | 4. Нет правильного ответа. |

**IX Что дает площадь фигуры под кривой процесса в P - V координатах?**

1. Теплообмен процесса.
2. Приращение внутренней энергии.
3. Увеличение энтальпии газа.
4. Работу, совершенную газам.

**X Чему равна интегральная величина термодинамической работы в изохорном процессе?**

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. $L_{1,2} = P(V_2 - V_1)$ | 2. $L_{1,2} P_m (V_2 - V_1)$ |
| 3. $L_{1,2} = 0$            | 4. $L_{1,2} = \int_1^2 P dV$ |

**XI Укажите мольную концентрацию**

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. $r_i = \frac{V_i}{V}$       | 2. $r_i = \frac{\bar{G}_i}{G}$ |
| 3. $r_i = \frac{\bar{G}_i}{G}$ | 4. $r_i = \frac{G_i}{G}$       |

**XII Что называется круговым процессом (циклом)?**

1. Это замкнутые процессы, характеризующиеся возвратом рабочих тел в исходное состояние
2. Это процесс, в котором  $\oint dz \neq 0$
3. Это процесс, в котором  $\oint \delta Q = 0$

#### 4. Все ответы правильные

#### 4.2 Тестовые задания к 1 рубежной аттестации

##### БИЛЕТ № 1

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
  2. Какое из ниже приведенных уравнений является уравнением состояния идеальных газов?
    - а)  $PV = mRT$
    - б)  $PV = \mu RT$
    - в)  $P + \frac{a}{V^2} = \frac{RT}{V - b}$
  3. Изобарный процесс – это процесс, при котором остается неизменным:
    - а) температура ( $T = \text{const}$ )
    - б) объем ( $V = \text{const}$ )
    - в) давление ( $P = \text{const}$ )
- 

##### БИЛЕТ № 2

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Термодинамические параметры состояния.
  2. Внутренняя энергия системы – это:
    - а) процесс механического и теплового взаимодействий
    - б) свойство самой системы, она характеризует состояние системы
    - в) свойство аддитивности
  3. Какое из ниже приведенных уравнений используется для определения термического коэффициента полезного действия:
    - а)  $\eta_t = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$
    - б)  $L_1 = Q_1 - Q_2$
    - в)  $\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 

##### БИЛЕТ № 3

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля).

2. Изохорный процесс - это процесс, при котором остается неизменным:
- а) расход ( $G = \text{const}$ )
  - б) объем ( $V = \text{const}$ )
  - в) давление ( $P = \text{const}$ )
3. Чему равна газовая постоянная «**R**» для 1кг газа?
- а) 8314 Дж / кмоль К
  - б) 8338 Дж / кмоль К
  - в) 8318 Дж / кмоль К
- 

#### БИЛЕТ № 4

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
2. Теплоемкостью тела называют:
- а) количество теплоты, необходимое для изменения температуры тела на сто градусов
  - б) количество теплоты необходимое для изменения температуры тела на тысячу градусов
  - в) количество теплоты, необходимое для изменения температуры тела на один градус
3. Относительная влажность - это:
- а) отношение концентрации водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации водяного пара насыщенного воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
  - б) отношение массы водяного пара ненасыщенного воздуха или газа в концентрации сухого воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
  - в) масса водяного пара в граммах, приходящаяся на 1кг абсолютно сухого воздуха

#### БИЛЕТ № 5

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Внутренняя энергия системы.
2. Какие из ниже приведенных параметров состояния термодинамической системы не являются таковыми?
- а) температура
  - б) давление
  - в) теплосодержание
  - г) плотность
  - д) удельный объем
3. Закон Дальтона формулируется так:
- а) давление смеси равно разности парциальных давлений компонентов
  - б) общее давление смеси равно сумме парциальных давлений
  - в) общее давление смеси равно произведению давлений
-

## БИЛЕТ № 6

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Второй закон термодинамики. Термический КПД.
  2. Какой из ниже приведенных законов не является законом идеальных газов:
    - а) закон Бойля – Мариотта
    - б) закон Ома
    - в) закон Шарля
    - г) закон Гей – Люссака
  3. Изотермический процесс – это процесс, при котором остается неизменным:
    - а) давление ( $P = \text{const}$ )
    - б) расход ( $G = \text{const}$ )
    - в) температура ( $T = \text{const}$ )
- 

## БИЛЕТ № 7

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Цикл Карно.
  2. Температурой точки росы, или температурой насыщения называется:
    - а) та температура, до которой следует охладить перегретый воздух, чтобы он стал насыщенным
    - б) та температура, до которой следует охладить влажный воздух, чтобы он стал насыщенным
    - в) та температура, до которой следует нагреть влажный воздух, чтобы он стал насыщенным
  3. Первый закон термодинамики формулирую так:
    - а) количество теплоты, подведенное к системе, расходуется на изменение температуры
    - б) вся теплота, подведенная к системе, расходуется на изменение внутренней энергии системы и на совершение внешней работы
    - в) количество теплоты, подведенное к системе, расходуется на изменение давления в системе
- 

## БИЛЕТ № 8

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
2. Влажный воздух – это:
  - а) смесь воды и сухого воздуха
  - б) смесь сухого воздуха и водяного пара
  - в) смесь водяного пара и воды

3. Какой из ниже приведенных процессов не относится к термодинамическим процессам изменения состояния идеального газа?

- а) изохорный процесс
- б) адиабатный процесс
- в) круговой процесс
- г) изотермический процесс

---

### БИЛЕТ № 9

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
2. Термодинамический процесс – это:
  - а) совокупность последовательных состояний, через которые проходит термодинамическая система
  - б) совокупность свойств, через которые проходит термодинамическая система
  - в) процесс, который может протекать как в прямом, так и в обратном направлении
3. Абсолютная влажность характеризует:
  - а) массу водяного пара, которая содержится в  $1\text{ м}^3$  влажного воздуха
  - б) массу воды, которая содержится в  $1\text{ м}^2$  влажного воздуха
  - в) массу водяного пара в граммах, приходящегося на 1 кг абсолютно сухого воздуха

---

### БИЛЕТ № 10

(для тестовой оценки текущей успеваемости студентов)

1. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
2. Относительная влажность - это:
  - а) отношение концентрации водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации водяного пара насыщенного воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
  - б) отношение массы водяного пара ненасыщенного воздуха или газа в концентрации сухого воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
  - в) масса водяного пара в граммах, приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха
3. Какое из ниже приведенных уравнений используется для определения термического коэффициента полезного действия:

а) 
$$\eta_t = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

б) 
$$L_1 = Q_1 - Q_2$$

в) 
$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

### 4.3 Билеты к 1 рубежной аттестации

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                           |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                           |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                        |                                                                                                                                           |
| <b>Билет № 1</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                           |
| 1.                                                                                                                                                                                  | Понятие термодинамической системы. Изолированная и неизолированные термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния       |
| 2.                                                                                                                                                                                  | Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления. |
| 3.                                                                                                                                                                                  | Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                                            |
| 4.                                                                                                                                                                                  | Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.                                                                                   |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                                 |                                                                                                                                           |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                                                                                          |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                          |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Билет № 2</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
| 1.                                                                                                                                                                                  | Обратимые и необратимые процессы. Работа.                                                                                                                                                                |
| 2.                                                                                                                                                                                  | Напишите термическое уравнение состояния идеального газа для 1 кг и для G кг газа и укажите, в каких единицах измеряются величины.                                                                       |
| 3.                                                                                                                                                                                  | Аналитическое выражение первого закона термодинамики.                                                                                                                                                    |
| 4.                                                                                                                                                                                  | Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса. |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                          |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                          |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                        |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                        |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                        |                                                                                                                        |
| <b>Билет № 3</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                        |
| 1.                                                                                                                                                                                  | Термодинамические параметры состояния. Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). |
| 2.                                                                                                                                                                                  | Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.                                                           |
| 3.                                                                                                                                                                                  | Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                         |



|                                     |                                             |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|
| 4.                                  | Цикл Карно. Термический к.п.д. цикла Карно. |
| Зав. кафедрой                       |                                             |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент |                                             |
| Р.А-В. Турлуев                      |                                             |

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b><u>Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</u></b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Билет № 4</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.                                                                                                                                                                        | Манометрическое давление. Приборы для измерения давления. Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).                                                                                                              |
| 2.                                                                                                                                                                        | Изолированная и неизолированные термодинамические системы. Понятие термодинамической системы.                                                                                                                                                          |
| 3.                                                                                                                                                                        | Энтальпия. Энтропия газов. T-S диаграмма. Третий закон термодинамики или тепловая теорема Нернста.                                                                                                                                                     |
| 4.                                                                                                                                                                        | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изотермический процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</u></b>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Билет № 5</b>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.                                                                                                                                                                        | Смеси идеальных газов. Давление смеси газов. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                                                                                                       |
| 2.                                                                                                                                                                        | Внутренняя энергия системы. Обратимые и необратимые процессы. Работа.                                                                                                                                                                             |
| 3.                                                                                                                                                                        | Энтальпия. Энтропия газов. T-S диаграмма. Третий закон термодинамики или тепловая теорема Нернста.                                                                                                                                                |
| 4.                                                                                                                                                                        | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Билет № 6</b>                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.                                                                                             | Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов. Смеси идеальных газов. Давление смеси газов. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.                                                                               |
| 2.                                                                                             | Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                                                                                                                                                    |
| 3.                                                                                             | Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса.                                          |
| 4.                                                                                             | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изохорный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| Зав. кафедрой                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Билет № 7</b>                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.                                                                                                                                                                                                              | Изолированная и неизолированные термодинамические системы.                                                                                                                                                                                             |
| 2.                                                                                                                                                                                                              | Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления.                                                                                                              |
| 3.                                                                                                                                                                                                              | Уравнение состояния реальных газов. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.                                                                                                                                                          |
| 4.                                                                                                                                                                                                              | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изотермический процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                                             |                                                                                |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                                    |                                                                                |
| <b>Билет № 8</b>                                                                                                                                                                                                |                                                                                |
| 1.                                                                                                                                                                                                              | Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры. Термодинамический |

|                                     |                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | процесс. Понятие релаксации.                                                                                                                                                                             |
| 2.                                  | Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.                                                                                                                                                  |
| 3.                                  | Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса. |
| 4.                                  | Энтальпия. Энтропия газов. T-S диаграмма. Третий закон термодинамики или тепловая теорема Нернста.                                                                                                       |
| Зав. кафедрой                       |                                                                                                                                                                                                          |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент |                                                                                                                                                                                                          |
| Р.А-В. Турлуев                      |                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</u></b>                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Билет № 9</b>                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.                                                                                                                                                                                  | Аналитическое выражение первого закона термодинамики.                                                                                                                                                                                             |
| 2.                                                                                                                                                                                  | Напишите термическое уравнение состояния идеального газа для 1 кг и для G кг газа и укажите, в каких единицах измеряются величины.                                                                                                                |
| 3.                                                                                                                                                                                  | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изохорный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| 4.                                                                                                                                                                                  | Цикл Карно. Термический к.п.д. цикла Карно.                                                                                                                                                                                                       |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><u>Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</u></b>                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Билет № 10</b>                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.                                                                                                                                                                                  | Понятие термодинамической системы. Внутренняя энергия системы. Обратимые и необратимые процессы. Работа.                                                                                                                                          |
| 2.                                                                                                                                                                                  | Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.                                                                                                                              |
| 3.                                                                                                                                                                                  | Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе). |
| 4.                                                                                                                                                                                  | Энтальпия. Энтропия газов. T-S диаграмма. Третий закон термодинамики или тепловая теорема Нернста.                                                                                                                                                |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| «Теплотехника и гидравлика», доцент | Р.А-В. Турлуев |
|-------------------------------------|----------------|

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |                                                                                                                                           |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                              |                                                                                                                                           |
| <b>Билет № 11</b>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |
| 1.                                                                                                                                                                        | Понятие термодинамической системы. Изолированная и неизолированные термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния       |
| 2.                                                                                                                                                                        | Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления. |
| 3.                                                                                                                                                                        | Термодинамический процесс. Понятие релаксации.                                                                                            |
| 4.                                                                                                                                                                        | Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.                                                                                   |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                       |                                                                                                                                           |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                            |                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА" |                                                                                                                                                                                                          |
| <b><u>I рубежная Аттестация</u></b>                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                          |
| <u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                              |                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Билет № 12</b>                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                          |
| 1.                                                                                                                                                                        | Обратимые и необратимые процессы. Работа.                                                                                                                                                                |
| 2.                                                                                                                                                                        | Напишите термическое уравнение состояния идеального газа для 1 кг и для G кг газа и укажите, в каких единицах измеряются величины.                                                                       |
| 3.                                                                                                                                                                        | Аналитическое выражение первого закона термодинамики.                                                                                                                                                    |
| 4.                                                                                                                                                                        | Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса. |
| Зав. кафедрой                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                          |
| «Теплотехника и гидравлика», доцент                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                          |
| Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                          |

#### 4.4 Тестовые задания ко 2 рубежной аттестации

##### ТЕПЛОТЕХНИКА ТЕСТ №1

##### I. Абсолютная влажность характеризует:

- а) массу водяного пара, которая содержится в  $1\text{ м}^3$  влажного воздуха;
- б) массу воды, которая содержится в  $1\text{ м}^2$  влажного воздуха;
- в) массу водяного пара в граммах, приходящегося на 1кг абсолютно сухого воздуха;

г) массу насыщенного водяного пара над объемом воды в  $1 \text{ м}^3$

**II. Относительная влажность выражается уравнением:**

$$\begin{aligned} 1. p \cdot v &= R \cdot T ; & 2. \varphi &= \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} ; & 3. \varphi_{t < 100^\circ \text{C}} &= \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cong \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}} ; \\ 4. d &= 1000 \cdot \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{в}}} & 5. I &= h_{\text{в}} + h_{\text{п}} \cdot \frac{d}{1000} & 6. d &= 622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_{\text{н}}}{B \cdot 10^2 - \varphi \cdot p_{\text{н}}} \end{aligned}$$

**III. Дифференциальное уравнение первого закона термодинамики при движении 1 кг газа по каналу (через сопло) имеет вид:**

$$\begin{aligned} 1. \Delta q &= dU + Pdv & 2. dq &= du + dl' + \frac{d\omega^2}{2} \\ 3. q_{\text{внеш}} &= h_2 - h_1 + l_{\text{техн}} + \left( \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) & 4. l_0 &= \frac{W_0^2}{2} = - \int_{p_1}^{p_2} v \cdot dp = h_1 - h_2 \end{aligned}$$

**IV. Скорость газа на выходе из суживающего сопла определяется по уравнению**

$$1. W_0 = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left( 1 - \beta^{\frac{k-1}{k}} \right)} \quad 2. C_{\text{кр}} = \sqrt{2kRT_{\text{кр}}} \quad 3. C_{\text{кр}} = \sqrt{2 \frac{P_2 - P_1}{\rho}}$$

**V. Соплом называется:**

1. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока возрастает;
2. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока снижается;
3. Канал, в котором скорость газа уменьшается, а давление возрастает;

**VI. Теплопроводность – это процесс переноса теплоты (обмен внутренней энергией):**

1. От тела к телу;
2. Внутри тела;
3. В металлах и диэлектриках
4. Структурными частицами вещества – молекулами, атомами, электронами в сплошной среде при наличии градиента температур.

**VII. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов?**

1. В жидкостях;
2. В металлах;
3. В газах
4. В диэлектриках

**VIII. Укажите закон Фурье:**

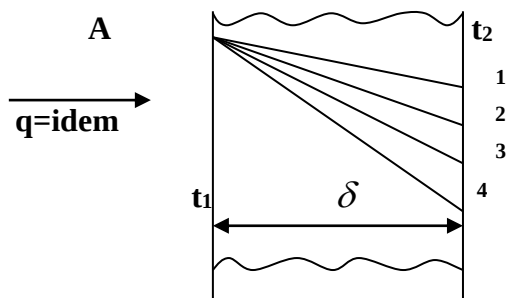
$$1. Q = \kappa H \Delta t ; \quad 2. q = \lambda \frac{\partial t}{\partial n} ; \quad 3. \delta Q_{\tau} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dH d\tau ; \quad 4. Q = \alpha (t_c - t_{\text{жс}}) H$$

**IX. Закон Био – Фурье формулируют так:**

1. Вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры;
2. При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа изменяется прямо пропорционально изменению абсолютных температур;
3. Излучательная способность абсолютно черного тела прямо пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры.
4. При постоянной температуре вектор теплового потока и линии теплового потока ортогональны к изотермическим поверхностям

**X. В каком случае градиент температуры наибольший?**

1. A – 1
2. A – 2
3. A – 3
4. A – 4



**XI. Что называется температурным полем?**

1. Значение температур в разное время
2. Совокупность температур (ее значений) во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени
3. Значение температур тела
4. Совокупность температур (ее значений) во всех точках тела

**XII. Какой пар называется насыщенным?**

1. Пар, находящийся над поверхностью жидкости
2. Пар, находящийся в термическом и динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется.
3. Пар, содержащий мельчайшие частицы жидкой фазы
4. Пар, не содержащий жидкости

**ТЕПЛОТЕХНИКА ТЕСТ №2**

**I. Градиент температуры есть:**

1. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры и численно равный производной от температуры по этому направлению;

2. Вектор, направленный параллельно изотермической поверхности и численно равный произведению температуры на площадь поверхности;
3. Вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равный производной от температуры по этому направлению;
4. Плотность теплового потока проходящего через однородную плоскую стенку

**II. Укажите зависимость для расчета теплового потока через цилиндрическую стенку:**

$$1. Q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\frac{1}{2\pi\lambda l} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{R_\lambda}; \quad 2. R_\lambda = \sum_{i=1}^n R_{\lambda_i} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{F\lambda_i}; \quad 3. Q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{R_\lambda}$$

$$4. Q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n R_{\lambda_i}} = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{F\lambda_i}}; \quad 5. R_\lambda = \frac{1}{2\lambda l} \ln \frac{d_2}{d_1}; \quad 6. Q = qF = (t_{c1} - t_{c2}) \frac{\lambda F}{\delta}$$

**III. Для перегретого пара характерно следующее:**

1. Давление перегретого (или ненасыщенного) пара выше давления насыщенного пара, а его удельный объем больше удельного объема сухого насыщенного пара.
2. Температура перегретого (или ненасыщенного) пара выше температуры насыщенного пара того же давления, а его удельный объем больше удельного объема сухого насыщенного пара того же давления.
3. Температура перегретого (или ненасыщенного) пара выше температуры насыщенного пара того же давления, а его удельный объем меньше удельного объема сухого насыщенного пара того же давления.
4. Температура и давление перегретого (или ненасыщенного) пара выше температуры влажного пара, а его удельный объем не изменяется.

**IV. Укажите размерность теплового потока Q**

1. Дж/сек; 2. Вт/м<sup>2</sup>; 3. Ккал/ сек м<sup>2</sup>; 4. Дж/м<sup>2</sup> сек

**V. Влагосодержание воздуха выражается уравнением:**

$$1. p \cdot v = R \cdot T; \quad 2. \varphi = \frac{p_p}{p_n}; \quad 3. \varphi_{t < 100^\circ \text{C}} = \frac{p_p}{p_n} \cong \frac{p_p}{p_n};$$

$$4. d = 1000 \cdot \frac{M_p}{M_b}; \quad 5. I = h_b + h_p \cdot \frac{d}{1000}; \quad 6. d = 622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_n}{B \cdot 10^2 - \varphi \cdot p_n}$$

**VI. Абсолютная влажность характеризует:**

1. Массу водяного пара, которая содержится в 1м<sup>3</sup> влажного воздуха.
2. Массу воды, которая содержится в 1м<sup>2</sup> влажного воздуха.
3. Массу водяного пара в граммах, приходящегося на 1кг абсолютно сухого воздуха.
4. Массу водяного пара приходящегося на 1 л. воздуха

**VII. Влажный воздух - это:**

- а) смесь воды и сухого воздуха
- б) смесь сухого воздуха и водяного пара
- в) смесь водяного пара и воды
- г) все ответы верны

**VIII. Дросселированием или мятием газа называется:**

- 1. Явление, заключающееся в понижении давления при прохождении газа через сужение трубопровода;
- 2. Явление, заключающееся в повышении давления при прохождении газа через сужение трубопровода;
- 3. Явление, заключающееся в понижении температуры при прохождении газа через сужение трубопровода;

**IX. Коэффициент потери скорости определяется по уравнению:**

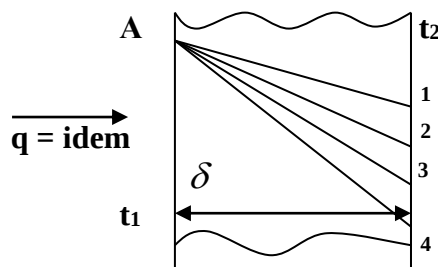
1.  $\varphi_{t < 100^\circ\text{C}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cong \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}}$ ; 2.  $\varphi_{\text{с}} = \frac{W_{\text{д}}}{W}$  3.  $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}}$ ; 4.  $\rho_{\text{п}} = \frac{\varphi p_{\text{н}}}{R_{\text{п}} \cdot (273 + t_{\text{с}})}$

**X. Что называется температурным полем?**

- 1. Значение температур в разное время
- 2. Совокупность температур (ее значений) во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени
- 3. Значение температур тела
- 4. Совокупность температур (ее значений) во всех точках тела

**XI. В каком случае градиент температуры наименьший?**

- 1. А – 3
- 2. А – 4
- 3. А – 1
- 4. А – 2



**XII. Укажите уравнение двумерного температурного поля**



$$\begin{aligned}
& 1. \quad t = f(x, y, z); \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0 \qquad 2. \quad t = f(x, y, \tau); \quad \frac{\partial t}{\partial z} = 0 \qquad 3. \\
& t = f(x, \tau); \quad \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0; \\
& 4. \quad t = f(x); \quad \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0; \quad \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0
\end{aligned}$$

### **ТЕПЛОТЕХНИКА ТЕСТ №3**

#### **I. Теплосодержание влажного воздуха выражается уравнением**

$$\begin{aligned}
& 1. \quad p \cdot v = R \cdot T; \quad 2. \quad \varphi = \frac{p_n}{p_n}; \quad 3. \quad \varphi_{t < 100^\circ \text{C}} = \frac{p_n}{p_n} \cong \frac{p_n}{p_n}; \\
& 4. \quad d = 1000 \cdot \frac{M_n}{M_b} \quad 5. \quad I = h_b + h_n \cdot \frac{d}{1000}; \quad 6. \quad d = 622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_n}{B \cdot 10^2 - \varphi \cdot p_n}
\end{aligned}$$

#### **II. Относительная влажность - это:**

- а) отношение концентрации водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации водяного пара насыщенного воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
- б) отношение массы водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации сухого воздуха или газа при одинаковых температурах и давлениях
- в) масса водяного пара в граммах, приходящаяся на 1кг абсолютно сухого воздуха
- г) отношение массы водяного пара ненасыщенного воздуха или газа к концентрации сухого воздуха или газа при различном температуре и давлении

#### **III. Коэффициентом потери энергии называется:**

- 1. Отношение разности располагаемого и действительного теплоперепадов к располагаемому теплоперепаду;
- 2. Отношение суммы располагаемого и действительного теплоперепадов к располагаемому теплоперепаду;
- 3. Разность между затраченной энергией и произведенной работой.

#### **IV. Коэффициент потери энергии определяется по уравнению:**

$$1. \quad \xi_c = \frac{\Delta h - \Delta h_o}{\Delta h}; \quad 2. \quad l_{\text{мехн}} = - \int_{p_1}^{p_2} v dp; \quad 3. \quad \eta_k = \frac{\Delta h_o}{\Delta h} = \frac{W_o^2}{W^2}$$

#### **V. Диффузором называется:**

- 1. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока снижается;

2. Канал, в котором с уменьшением давления скорость газового потока возрастает;
3. Канал, в котором скорость газа уменьшается, а давление возрастает;

#### VI. Как передается теплота внутри твердого тела?

1. Теплопроводностью; 2. Конвекцией; 3. Совместно конвекцией и теплопроводностью;
4. Совместно теплопроводностью и излучением.

#### VII. Укажите размерность теплового потока Q

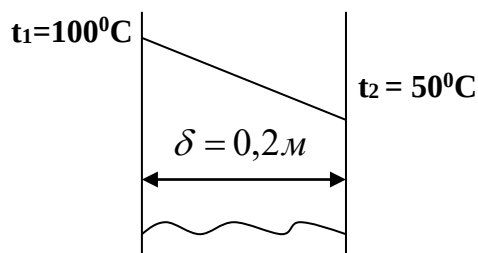
1. Дж/сек; 2. Вт/м<sup>2</sup>; 3. Ккал/сек м<sup>2</sup>; 4. Дж/м<sup>2</sup> сек

#### VIII. Закон Био – Фурье формулируют так:

1. Вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры;
2. При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа изменяется прямо пропорционально изменению абсолютных температур;
3. Излучательная способность абсолютно черного тела прямо пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры.
4. При постоянной температуре вектор теплового потока и линии теплового потока ортогональны к изотермическим поверхностям

#### IX. Чему равен градиент температуры?

1. grad t = 500° c/м
2. grad t = 250° c/м
3. grad t = 50° c/м
4. grad t = 75° c/м



#### X. Укажите уравнение одномерного температурного поля

1.  $t = f(x, y, z); \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0;$
2.  $t = f(x, y, \tau); \frac{\partial t}{\partial z} = 0;$
3.  $t = f(x, \tau); \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0;$
4.  $t = f(x); \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0; \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0$

#### XI. Укажите критерии Нуссельта:

$$1. N_U = \frac{\alpha \ell_0}{\lambda}; \quad 2. N_U = \frac{\omega \ell_0}{\lambda}; \quad 3. N_U = \frac{\alpha \ell_0}{\nu} \quad 4. \overline{Nu}_{2_{п,д}} = \frac{\overline{\alpha}_{2_{расч}} \cdot d_{нар}}{\lambda}$$

## ХII. Влажным насыщенным паром называется:

1. Трехфазная смесь, состоящая из воздуха, воды и пара;
2. Пар, находящийся над поверхностью жидкости;
3. Двухфазная смесь, представляющая собой пар с взвешенными в нем капельками жидкости;
4. Смесь воды и пара.

## 4.5 Билеты ко 2 рубежной аттестации

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №1</b></p>                                                                                                              |
|   | <p><b>II рубежная Аттестация</b><br/><u>Дисциплина «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</u></p>                                                                                                                                                                                                   |
| 1 | Цилиндрическая стенка. Выражение закона Фурье для цилиндрической стенки. Выражение зависимости для расчета теплового потока через цилиндрическую стенку. Термическое сопротивление цилиндрической стенки.                                                                                                               |
| 2 | Насыщенный и влажный насыщенный водяной пар. Что называется термическим и динамическим равновесием водяного пара. Степень сухости и степень влажности, чем они определяются и как находятся?                                                                                                                            |
| 3 | Коэффициент теплопередачи.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4 | Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры. Уравнение тепловой проводимостью стенки.                                                                                                                                                           |
|   | <p><b>Задача 1.</b> Избыточное давление пара в теплообменнике равно 0,7 МПа при барометрическом давлении 735 мм. рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в аппарате, если показание барометра повысится до 795 мм. рт.ст., а состояние пара в теплообменнике останется прежним? Ответ выразить в мегапаскалях.</p> |
|   | <p><b>Задача 2.</b> Давление воздуха по ртутному барометру равно 780 мм рт. ст. при 0 °С. Выразить это давление в барах и Н/м².</p>                                                                                                                                                                                     |
|   | <p>Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев г.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                                                                                                                                                            |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №2</b></p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>II рубежная Аттестация</b><br><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1 | Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2 | Тепловая изоляция.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3 | Теплоотдача. Основной закон конвективного теплообмена. Закону Ньютона и Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Температурный коэффициент объемного расширения.                                                                                                                                                                                      |
| 4 | Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения лучистого теплообмена. Уравнение теплового баланса. Абсолютно черное тело.                                                                                                                                                                                                                 |
|   | <b>Задача 1.</b> Определить абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает $P = 1,5 \text{ бар}$ , а атмосферное давление по ртутному барометру составляет $B = 675 \text{ мм рт.ст.}$ при $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .                                                                                                       |
|   | <b>Задача 2.</b> Давление в паровом котле $P = 0,4 \text{ бар}$ при барометрическом давлении $B_1 = 725 \text{ мм. рт. ст.}$ Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до $B_2 = 785 \text{ мм рт. ст.}$ , а состояние пара в котле останется прежним? Барометрическое давление приведено к $0^\circ$ . |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|   |                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №3</b></p>             |
|   | <b>II рубежная Аттестация</b><br><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                          |
| 1 | Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.                                                                                                                             |
| 2 | Эффективное излучение. Закон Стефана — Больцмана. Постоянная Стефана — Больцмана.                                                                                                                                      |
| 3 | Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.                                                                                 |
| 4 | Основные понятия и определения теории теплообмена. Способы передачи теплоты. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?                                                                                       |
|   | <b>Задача 1.</b> Водяной пар перегрет на $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Чему соответствует этот перегрев по термометру Фаренгейта?                                                                                     |
|   | <b>Задача 2.</b> Определить массу $8 \text{ м}^3$ водорода, $8 \text{ м}^3$ кислорода и $8 \text{ м}^3$ углекислоты при давлении $7 \text{ бар}$ ( $0,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »                                                                                                                                                                               |

|   |                                                                                                                                                                                                              |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №4</b></p>   |
|   | <p><b>II рубежная Аттестация</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                                        |
| 1 | Степень черноты тела. Закон Стефана — Больцмана для реального тела.                                                                                                                                          |
| 2 | P-V диаграмма водяного пара. Определение параметров воды и пара. Сухой насыщенный пар. Перегретый пар. Характеристическое уравнение для определения $v_{пер}$ . Теплота парообразования.                     |
| 3 | Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток |
| 4 | Проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Расчет плотности теплового потока через многослойную стенку                                                                                         |
|   | <b>Задача 1.</b> Сосуд емкостью $V = 15 \text{ м}^3$ заполнен 25 кг углекислоты. Определить абсолютное давление в сосуде, если температура в нем $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ .                           |
|   | <b>Задача 2.</b> Какой объем занимает 2 кг азота при температуре $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 0,4 Мн / $\text{м}^2$ ?                                                                              |
|   | <p>Зав. кафедрой «Т и Г»</p> <p>Р.А-В. Турлуев</p>                                                                                                                                                           |

|   |                                                                                                                                                                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №5</b></p>              |
|   | <p><b>II рубежная Аттестация</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                                                   |
| 1 | Температурное поле. Аналитическое исследование теплопроводности. Математическое выражение температурного поля и их уравнение                                                                                            |
| 2 | Стационарное и нестационарные температурные поля. Пространственное поле. Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.                                                        |
| 3 | Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток            |
| 4 | Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Закон Ньютона—Рихмана для теплопередачи.                                                                           |
|   | <b>Задача 1.</b> Какова будет плотность окиси углерода при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 720 мм. рт. ст., если при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и 780 мм. рт. ст. она равна $1,235 \text{ кг/м}^3$ ? |
|   | <b>Задача 2.</b> Избыточное давление пара в теплообменнике равно 0,7 МПа при барометрическом давлении 735 мм. рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в                                                            |

|  |                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | аппарате, если показание барометра повысится до 795 мм. рт.ст., а состояние пара в теплообменнике останется прежним? Ответ выразить в мегапаскалях. |
|  | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев                                                                                                                |

|   |                                                                                                                                                                                                            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №6</b></p> |
|   | <b>II рубежная Аттестация</b><br><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                              |
| 1 | Термическое сопротивление теплоотдачи. Интенсификация теплопередачи. Методы интенсификации. Основные формулы                                                                                               |
| 2 | Стационарное и нестационарное температурные поля. Пространственное поле. Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.                                           |
| 3 | Проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Расчет плотности теплового потока через многослойную стенку                                                                                       |
| 4 | Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления. Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье. |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »                                                                                                                                                                   |
|   | <b>Задача 1.</b> Давление воздуха по ртутному барометру равно 780 мм рт. ст. при 0 °С. Выразить это давление в барах и Н / м <sup>2</sup> .                                                                |
|   | <b>Задача 2.</b> Определить массу 8 м <sup>3</sup> водорода, 8 м <sup>3</sup> кислорода и 8 м <sup>3</sup> углекислоты при давлении 7 бар (0,6 Мн/м <sup>2</sup> ) и температуре 100 °С.                   |

|   |                                                                                                                                                                                                            |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №7</b></p> |
|   | <b>I II рубежная Аттестация</b><br><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                            |
| 1 | Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.                                                                     |
| 2 | Стационарное и нестационарное температурные поля. Пространственное поле. Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.                                           |
| 3 | Цилиндрическая стенка. Выражение закона Фурье для цилиндрической стенки. Выражение зависимости для расчета теплового потока через цилиндрическую стенку. Термическое сопротивление цилиндрической стенки.  |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье. Контактное термическое сопротивление.                                                                                                                                 |
|   | <b>Задача 1.</b> Давление в паровом котле $P = 0,4$ бар при барометрическом давлении $B_1 = 725$ мм. рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до $B_2 = 785$ мм рт. ст., а состояние пара в котле останется прежним? Барометрическое давление приведено к 0°. |
|   | <b>Задача 2.</b> Водяной пар перегрет на 100 °С. Чему соответствует этот перегрев по термометру Фаренгейта?                                                                                                                                                                                                   |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №8</b></p>                                                                                                       |
|   | <b>II рубежная Аттестация</b><br><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»                                                                                                                                                                                                    |
| 1 | Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры. Уравнение тепловой проводимостью стенки.                                                                                                                                                    |
| 2 | Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье.                                                                                                                                                                          |
| 3 | Теория подобия. Безразмерные параметры теории подобия. Критерий Рейнольдса (основная формула, характеристика, что выражает)                                                                                                                                                                                      |
| 4 | Температурное поле. Аналитическое исследование теплопроводности. Математическое выражение температурного поля и их уравнение                                                                                                                                                                                     |
|   | <b>Задача 1.</b> Определить массу $8 \text{ м}^3$ водорода, $8 \text{ м}^3$ кислорода и $8 \text{ м}^3$ углекислоты при давлении 7 бар ( $0,6 \text{ Мн/м}^2$ ) и температуре 100 °С.                                                                                                                            |
|   | <b>Задача 2.</b> Избыточное давление пара в теплообменнике равно 0,7 МПа при барометрическом давлении 735 мм. рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в аппарате, если показание барометра повысится до 795 мм. рт.ст., а состояние пара в теплообменнике останется прежним? Ответ выразить в мегапаскалях. |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|  |                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                                                                                    |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №9</b></p>                         |
|   | <p><b>II рубежный контроль</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                |
| 1 | Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.                                   |
| 2 | Теория подобия. Безразмерные параметры теории подобия. Критерий Прандтля (основная формула, характеристика, что выражает).                                                         |
| 3 | Основной закон теплопроводности. В чем его сущность? Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.     |
| 4 | Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое сопротивление стенки и его уравнение.                                                                            |
|   | <b>Задача 1.</b> Сосуд емкостью $V = 15 \text{ м}^3$ заполнен 25 кг углекислоты. Определить абсолютное давление в сосуде, если температура в нем $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . |
|   | <b>Задача 2.</b> Какой объем занимает 2 кг азота при температуре $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $0,4 \text{ Мн} / \text{м}^2$ ?                                            |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »                                                                                                                                           |

|   |                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №10</b></p>                                  |
|   | <p><b>II рубежный контроль</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                                                                          |
| 1 | 1. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления. Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье.                                |
| 2 | Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.                                                                                                                                                                            |
| 3 | Насыщенный и влажный насыщенный водяной пар. Что называется термическим и динамическим равновесием водяного пара. Степень сухости и степень влажности, чем они определяются и как находятся?                                                 |
| 4 | Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры. Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое сопротивление стенки и его уравнение.                 |
|   | <b>Задача 1.</b> Какова будет плотность окиси углерода при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $720 \text{ мм. рт. ст.}$ , если при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и $780 \text{ мм. рт. ст.}$ она равна $1,235 \text{ кг/м}^3$ ? |
|   | <b>Задача 2.</b> Определить подъемную силу воздушного шара, наполненного водородом, если объем его на поверхности земли равен $1 \text{ м}^3$ при давлении $P = 760 \text{ мм рт. ст.}$ и температуре $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .      |



|  |                       |                |
|--|-----------------------|----------------|
|  | Зав. кафедрой «Т и Г» | Р.А-В. Турлуев |
|--|-----------------------|----------------|

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №11</b></p>                                                                                                                                                           |                |
|   | <p><b>II рубежный контроль</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |                |
| 1 | Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье. Контактное термическое сопротивление.                                                                                                                                                                                         |                |
| 2 | Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления. Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье.                                                                                                                                                            |                |
| 3 | Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4 | Термодинамические процессы реальных газов. Свойство водяного пара.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
|   | <p><b>Задача 1.</b><br/>Атмосферный воздух имеет примерно следующий массовый состав: <math>m_{O_2} = 23,2 \%</math>; <math>m_{N_2} = 76,8\%</math>. Определить объемный состав воздуха, его газовую постоянную, кажущуюся молекулярную массу и парциальные давления кислорода и азота, если давление воздуха по барометру <math>B = 770 \text{ мм рт. ст.}</math></p> |                |
|   | <p><b>Задача 2</b> Какой объем занимает 4 кг азота при температуре <math>50^\circ\text{C}</math> и давлении <math>0,3 \text{ Мн / м}^2</math>?</p>                                                                                                                                                                                                                    |                |
|   | Зав. кафедрой «Т и Г»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Р.А-В. Турлуев |

|   |                                                                                                                                                                                                             |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|   | <p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ<br/>ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ<br/>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</p> <p><b>Билет №12</b></p> |  |
|   | <p><b>II рубежный контроль</b><br/><u>Дисциплина</u> «Термодинамика и теплопередача в геотермальных установках»</p>                                                                                         |  |
| 1 | Влажный пар. Удельный объем влажного пара. Плотность влажного пара.                                                                                                                                         |  |
| 2 | Основной закон теплопроводности. В чем его сущность? Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.                              |  |
| 3 | Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое сопротивление стенки и его уравнение.                                                                                                     |  |
| 4 | Стационарное и нестационарные температурные поля. Пространственное поле.                                                                                                                                    |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | <b>Задача 1</b> Избыточное давление пара в теплообменнике равно $0,7 \text{ МПа}$ при барометрическом давлении $735 \text{ мм. рт. ст.}$ . Чему будет равно избыточное давление в аппарате, если показание барометра повысится до $795 \text{ мм. рт. ст.}$ , а состояние пара в теплообменнике останется прежним? Ответ выразить в мегапаскалях. |
|  | <b>Задача 2</b> Давление воздуха по ртутному барометру равно $780 \text{ мм рт. ст.}$ при $0^\circ \text{C}$ . Выразить это давление в барах и $\text{Н/м}^2$ .                                                                                                                                                                                   |
|  | Зав. кафедрой «Т и Г» Р.А-В. Турлуев « »                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 4.6 Билеты к экзамену по дисциплине Теплотехника

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2

Группа

**ЗГЭ-25**

### БИЛЕТ № 1

1. Термическое уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов. Уравнение Реальных газов (Ван-дер Ваальса).
2. P-V диаграмма водяного пара. Определение параметров воды и пара. Сухой насыщенный пар. Перегретый пар. Характеристическое уравнение для определения  $v_{\text{пер}}$ . Теплота парообразования.
3. Стационарное и нестационарное температурные поля. Пространственное поле. Одномерное и двухмерное поле. Одномерное стационарное поле. Изотермические поверхности.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

ЗГЭ-25

### БИЛЕТ № 2

1. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Что называется массовой и объемной долей компонента смеси? Как они выражаются. Закон Амага.
2. Влажный пар. Удельный объем влажного пара. Плотность влажного пара. Перегретый пар.
3. Способы передачи теплоты (теплопроводность, тепловое излучение, конвекция, конвективный теплообмен). Температурное поле уравнение одномерного и двумерного температурного поля, для стационарного и нестационарного полей.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

ЗГЭ-25

### БИЛЕТ № 3

1. Плотность и удельный объем смеси газов. Масса компонентов смеси газов. Кажущаяся молекулярная масса смеси. Уравнение состояния смеси газов. Газовая постоянная смеси.

2. P-V диаграмма водяного пара. Определение параметров воды и пара. Сухой насыщенный пар. Перегретый пар. Характеристическое уравнение для определения  $v_{пер}$ . Теплота парообразования.
3. Свойства изотермических поверхностей. Градиент температуры. Изотермы температурного поля, тепловой поток. Закон Фурье. Закон Био-Фурье.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
«Термодинамика и теплопередача в геотермальных  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 4**

1. Теплоемкость газов. От чего зависит теплоемкость газов? Как определяется количество подведенного тепла? Средняя теплоемкость.
2. Влажный пар. Удельный объем влажного пара. Плотность влажного пара. Сухой пар. Перегретый пар
3. Плотность теплового потока. Линии теплового потока. Мощность теплового потока. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской и цилиндрической стенок.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
«Термодинамика и теплопередача в геотермальных  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 5**

1. Обратимые и необратимые процессы. Теплота. Работа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
2. Насыщенный и влажный насыщенный водяной пар. Что называется термическим и динамическим равновесием водяного пара. Степень сухости и степень влажности, чем они определяются и как находятся?
3. Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 6**

1. Теплоемкость, графическое изображение теплоемкости Теплоемкость смеси газов. Уравнение Майера.
2. Термодинамические процессы реальных газов. Свойства водяного пара. P-V диаграмма водяного пара. Определение параметров воды и пара. Сухой насыщенный пар.
3. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности для плоской стенки. Многослойная стенка. Термическое сопротивление стенки. Уравнение для определения падения температуры в каждом слое многослойной стенки. Контактное термическое сопротивление.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
«Теплотехника и гидравлика»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

установках»

Семестр - 2  
Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 7**

1. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Релаксация. Работа. Работа расширения. Рабочая диаграмма.
2. Насыщенный и влажный насыщенный водяной пар. Что называется термическим и динамическим равновесием водяного пара. Степень сухости и степень влажности, чем они определяются и как находятся?
3. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток. Теплопроводность. Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое сопротивление стенки и его уравнение. Уравнение тепловой проводимостью стенки.

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
«Теплотехника и гидравлика»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

установках»

Семестр - 2  
Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 8**

1. Первый закон термодинамики. Понятие внутренней энергии. Теплота. Математическое выражение первого закона термодинамики.
2. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изотермический процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе).
3. Многослойная стенка. Термическое сопротивление стенки. Уравнение для определения падения температуры в каждом слое многослойной стенки. Контактное термическое сопротивление.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
«Теплотехника и гидравлика»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2  
Группа

ЗГЭ-25

### БИЛЕТ № 9

1. Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой. (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса
2. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе).
3. Цилиндрическая стенка. Выражение закона Фурье для цилиндрической стенки. Выражение зависимости для расчета теплового потока через цилиндрическую стенку. Термическое сопротивление цилиндрической стенки.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2

Группа

**ЗГЭ-25**

### **БИЛЕТ № 10**

1. Цикл Карно. Термический *к.п.д.* цикла Карно. Энтальпия. Энтропия газов. Т-S диаграмма.
2. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изохорный процесс (вычисление работы изменения объема газа, количество теплоты, подведенной (или отведенной) к газу в процессе, изменение внутренней энергии системы в процессе).
3. Плоская стенка. Выражение закона Фурье для плоской стенки. Выражение зависимости для расчета теплового потока через плоскую стенку. Термическое сопротивление плоской стенки.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2

Группа

**ЗГЭ-25**



## БИЛЕТ № 11

1. Теплоемкость газов. От чего зависит теплоемкость газов? Как определяется количество подведенного тепла? Средняя теплоемкость.
2. Второй закон термодинамики. Объяснение второго закона термодинамики на основе принципиальной схемы теплового двигателя. Измерение целевой (полезной) работы в круговом процессе. КПД кругового процесса.
3. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток. Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ  
КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"

Дисциплина  
установках»

«Термодинамика и теплопередача в геотермальных

Семестр - 2

Группа

ЗГЭ-25

## БИЛЕТ № 12

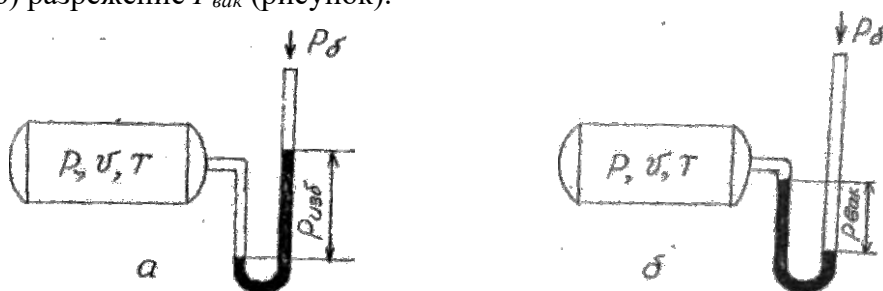
1. Уравнение состояния идеальных и реальных газов. Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона. Плотность и удельный объем смеси газов. Масса смеси газов. Газовая постоянная смеси.
2. Первый закон термодинамики. Понятие внутренней энергии. Теплота. Математическое выражение первого закона термодинамики.
3. Теплоотдача. Уравнение тепловой проводимостью стенки. Тепловое или термическое сопротивление стенки и его уравнение. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.

Зав. кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

Р.А-В. Турлуев

## 4.7. Варианты РГР и домашних заданий

**Задача Д-1.** Определить абсолютное давление, абсолютную температуру, удельный объем и плотность газа, заполняющего сосуд, если барометрическое давление атмосферного воздуха составляет 745 мм.рт.ст. На сосуде установлена V -образная трубка, заполненная ртутью, с помощью которой фиксируется: а) избыточное давление  $P_{изб}$  ; б) разрежение  $P_{вак}$  (рисунок).



Вид рисунка (а или б), значения массы газа  $m$  , объема  $V$  и температуры  $T$  , выраженной в градусах Цельсия, выбирают из таблицы исходных данных по порядковому номеру студента в списке академической группы.

Таблица 1

| Вариант | Ри-<br>сунк | $P_{изб},$<br>мм.рт.ст | $P_{вак},$<br>мм.рт.ст | $V,$<br>л | $m,$<br>кг | $T,$<br>°C |
|---------|-------------|------------------------|------------------------|-----------|------------|------------|
| 1       | б           | -                      | 140                    | 325       | 0,331      | 25         |
| 2       | б           | -                      | 150                    | 340       | 0,214      | 152        |
| 3       | б           | -                      | 160                    | 360       | 0,315      | 227        |
| 4       | б           | -                      | 170                    | 380       | 0,180      | 27         |
| 5       | б           | -                      | 180                    | 400       | 0,287      | 327        |
| 6       | б           | -                      | 190                    | 425       | 0,435      | 215        |
| 7       | б           | -                      | 200                    | 450       | 0,177      | 427        |
| 8       | б           | -                      | 225                    | 475       | 0,238      | 27         |
| 9       | б           | -                      | 250                    | 500       | 0,197      | 132        |
| 10      | б           | -                      | 275                    | 200       | 0,082      | 156        |
| 11      | б           | -                      | 300                    | 125       | 0,095      | 186        |
| 12      | б           | -                      | 325                    | 375       | 0,128      | 30         |
| 13      | б           | -                      | 350                    | 415       | 0,093      | 15         |
| 14      | б           | -                      | 375                    | 370       | 0,067      | 7          |
| 15      | б           | -                      | 400                    | 350       | 0,114      | 268        |
| 16      | б           | -                      | 420                    | 380       | 0,144      | 245        |
| 17      | б           | -                      | 435                    | 700       | 0,220      | 178        |
| 18      | б           | -                      | 450                    | 525       | 0,218      | 132        |
| 19      | б           | -                      | 475                    | 570       | 0,115      | 177        |
| 20      | б           | -                      | 500                    | 590       | 0,108      | 28         |
| 21      | б           | -                      | 525                    | 300       | 0,319      | 85         |
| 22      | б           | -                      | 550                    | 280       | 0,225      | 115        |

|    |   |     |     |     |       |     |
|----|---|-----|-----|-----|-------|-----|
| 23 | 6 | -   | 575 | 435 | 0,342 | 230 |
| 24 | 6 | -   | 600 | 372 | 0,311 | 255 |
|    |   |     |     |     |       |     |
| 25 | a | 140 | -   | 325 | 0,450 | 29  |
| 26 | a | 150 | -   | 340 | 0,495 | 85  |
| 27 | a | 160 | -   | 360 | 0,395 | 157 |
| 28 | a | 170 | -   | 380 | 0,315 | 147 |
| 29 | a | 180 | -   | 400 | 0,523 | 107 |
| 30 | a | 190 | -   | 425 | 0,910 | 57  |
| 31 | a | 200 | -   | 450 | 0,785 | 63  |
| 32 | a | 225 | -   | 475 | 0,890 | 28  |
| 34 | a | 250 | -   | 500 | 0,442 | 300 |
| 35 | a | 275 | -   | 200 | 0,344 | 315 |
| 36 | a | 300 | -   | 125 | 0,468 | 120 |
| 37 | a | 325 | -   | 375 | 0,371 | 15  |
| 38 | a | 350 | -   | 415 | 0,510 | 140 |
| 39 | a | 375 | -   | 370 | 0,647 | 307 |
| 40 | a | 400 | -   | 350 | 0,420 | 81  |
| 41 | a | 420 | -   | 380 | 0,506 | 125 |
| 42 | a | 435 | -   | 700 | 0,687 | 225 |
| 43 | a | 450 | -   | 525 | 0,726 | 356 |
| 44 | a | 475 | -   | 570 | 0,690 | 173 |
| 45 | a | 500 | -   | 590 | 0,620 | 115 |
| 46 | a | 525 | -   | 300 | 0,458 | 268 |
| 47 | a | 550 | -   | 280 | 0,559 | 245 |
| 48 | a | 575 | -   | 435 | 0,640 | 178 |
| 49 | a | 600 | -   | 372 | 0,535 | 132 |
| 50 | a | 520 | -   | 280 | 0,700 | 177 |