

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ»
Председатель приемной комиссии
ФГБОУ ВО «ННГУ» ректор
С.И. Горлов
«13» октября 2022 г.



ПРОГРАММА
проведения вступительного испытания по профильной
дисциплине «Теоретические основы теплотехники» направления 13.03.01
«Теплоэнергетика и теплотехника»

**программа согласована на заседании кафедры энергетика
«13» октября 2022 года, протокол № 10**

Нижневартковск, 2022

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Прием на обучение по программам бакалавриата проводится в соответствии Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата в ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет» (далее – Университет) на 2023-2024 учебный год.

Программа вступительных испытаний по профильной дисциплине «Теоретические основы теплотехники»:

1. Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 июля 2014 г. N 822.

2. Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 июля 2014 г. № 823.

Цель испытания – определение возможностей абитуриентов осваивать основные профессиональные программы высшего образования, отбор наиболее успешных абитуриентов для обучения в Университете.

Форма заданий вступительного экзамена – тестовые задания.

Процедура проведения вступительного испытания.

В одном варианте предлагается 50 заданий. На решение задач данного контрольного мероприятия отводится 60 минут (без перерыва). Вопросы для ответов представлены на специальном тестовом бланке. Во время экзамена абитуриентам разрешается пользоваться калькулятором, запрещается пользоваться средствами связи и любым другим электронным оборудованием.

Критерии оценивания: Экзамен проводится в тестовой форме с использованием 100-балльной системы оценивания. За каждый правильный ответ начисляется 2 балла. Минимальное количество баллов, подтверждающих успешное прохождение вступительных испытаний в Университет по выбранному направлению подготовки: – 39 баллов (из 100 возможных).

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования к абитуриентам предъявляются следующие требования к предметным результатам освоения базового курса основ промышленной теплоэнергетики и знания теплотехники:

- 1) знание основ работы с основным и вспомогательным теплоэнергетическим оборудованием; их устройство; приспособления для ремонтных и наладочных работ;
- 2) понимание технологических процессов производства тепловой энергии, источников энергетических ресурсов.

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО
ПРОФИЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ТЕПЛОТЕХНИКИ» ДЛЯ ВЫПУСКНИКОВ СПО
(ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ)**

1. Теоретические основы теплотехники

Раздел 1. Предмет и метод термодинамики. Энергия и энергетические преобразования.

Раздел 2. Термодинамическая система. Термические параметры состояния. Термодинамическая система. Рабочее тело и внешняя среда. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем. Давление абсолютное, избыточное, вакуум, единицы измерения давления. Температура и ее измерение. Термодинамическая поверхность в системе координат - P, v, T . Термические коэффициенты и связь между ними.

Раздел 3. Первый закон термодинамики для закрытой системы. Работа изменения объема, рабочая диаграмма P, v . Понятия об обобщенной работе. Теплота, как мера энергетического взаимодействия. Внутренняя энергия, как параметр состояния. Энтропия и энтальпия.

Раздел 4. Газы и газовые смеси. Идеальный газ как модель реального газа. Газовая постоянная. Понятие о нормальных физических условиях. Законы идеальных газов. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкости газов. Средняя и истинная теплоемкости газов. Зависимость теплоемкостей газов от температуры и давления. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Аналитические и графические зависимости истинных и средних теплоемкостей от температуры и их использование в расчетах. Отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме. Газовые смеси. Закон Дальтона. Задание состава смеси массовыми и объемными долями. Кажущаяся молярная масса и газовая постоянная смеси идеальных газов.

Раздел 5. Определение закономерности термодинамически обратимого процесса изменения состояния газа. Политропные процессы и их анализ. Частные случаи политропных процессов: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.

Раздел 6. Реальные газы и пары. Водяной пар. Термические свойства реальных газов и жидкостей. Методика определения энергетических параметров воды. Жидкость на линии фазового перехода и ее параметры. Аномальные свойства воды. Сухой насыщенный пар. Влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Диаграмма T, s водяного пара. Диаграмма h, s водяного пара. Процессы изменения состояния водяного пара.

Раздел 7. Второй закон термодинамики. Замкнутые процессы (циклы). Цикл Карно идеального газа. Понятия: среднеинтегральная температура, эквивалентный цикл Карно. Термический КПД цикла. Обратный цикл Карно. Обобщенный (регенеративный) цикл Карно. Второй закон термодинамики. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Теоремы Нернста (третий закон термодинамики). Энтропия реальных тел. Изменение энтропии тел, участвующих в реальных процессах. Энтропия изолированной системы и ее изменение при протекании в ней обратимых и необратимых процессов. Значение принципа возрастания энтропии в инженерной практике. Получение работы в изолированной системе.

Раздел 8. Истечение газов и паров через сопловые каналы. Анализ адиабатного процесса истечения через сопловой канал. Скорость истечения. Скорость звука. Критическая скорость и критические параметры при истечении через сопло. Суживающиеся и комбинированные сопла. Расчет суживающегося и комбинированного

сопел при идеальном истечении. Особенности расчета истечения водяного пара. Истечение с потерями, коэффициент потерь сопла, скоростной коэффициент, коэффициент расхода. Истечение через диффузор. Торможение потока: условия торможения и параметры заторможенного потока. Особенности расчета истечения через сопло с начальной скоростью больше нуля.

Раздел 9. Дросселирование реальных газов и паров. Дросселирование при истечении. Эффект Джоуля-Томсона. Температура инверсии. Дросселирование водяного пара. Техническое применение процесса дросселирования.

Раздел 10. Циклы паротурбинных установок. Принципиальная схема и цикл паротурбинной установки (ПТУ) на насыщенном водяном паре (цикл Карно). Практическая целесообразность использования цикла ПТУ на перегретом водяном паре и сжатии рабочего тела в жидкой фазе (цикл Ренкина). Идеальный цикл паротурбинной установки и ее КПД. Энергетический баланс идеальной паротурбинной установки. Цикл паротурбинной установки при необратимом адиабатном расширении пара и его тепловая экономичность. Влияние начальных параметров и конечного давления на тепловую экономичность ПТУ. Промежуточный перегрев пара и его влияние на экономичность ПТУ.

Раздел 11. Циклы двигателей внутреннего сгорания и ГТУ. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Цикл и индикаторная диаграмма ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении. Цикл со смешанным подводом теплоты. Оценка термодинамического совершенства циклов ДВС.

Рекомендуемая литература.

1. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для среднего профессионального образования / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. 4-е изд., перераб. И доп. – доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 454 с. – Профессиональное образование).
2. Исаев, С. И. Курс химической термодинамики : учеб, пособие для машиностроит. спец, втузов / С. И. Исаев. — М.: Высшая школа, 1986.

Рекомендуемые ссылки.

1. https://aldebaran.ru/author/aleksandrovich_kudinov_vasiliyi_1/kniga_tehnicheska_ua_termodinamika_i_teplopered_43710357/
2. База данных «Термические константы веществ». URL: www.chcm.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl?show=welcme.html (дата обращения: 18.10.2021).

Пример теста по профильной дисциплине «Теоретические основы теплотехники».

1. Различают три основных вида циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания:

- A. цикл Отто, цикл Дизеля, цикл Карно
- B. цикл Дизеля, цикл Карно, цикл Ренкина
- C. цикл Тринклера, цикл Отто, цикл Карно
- D. цикл Дизеля, цикл Отто, цикл Тринклера
- E. цикл Отто, цикл Дизеля, цикл Ренкина

2. Максимальный n_T цикла газотурбинной установки со сгоранием при $p = \text{const}$ с изотермическим сжатием воздуха в компрессоре равен:

A. $n_T^{MAX} = 1 - \frac{1}{E^{k-1}}$

B. $n_T^{MAX} = 1 - \frac{\ln \rho}{\rho - 1}$

C. $n_T^{MAX} = 1 - \frac{q_2}{q_1}$

D. $n_T^{MAX} = 0.99998$

E. $n_T^{MAX} = 1 - \frac{1}{\beta^{\frac{k-1}{k}}}$

3. Величина разности потенциалов оказывается пропорциональна разности температур спаев термоэлектрической цепи (указать правильную формулу).

- A. $\Delta E = \alpha \Delta T$
- B. $E = \alpha \Delta T$
- C. $\Delta E = \alpha dT$
- D. $\Delta E = \alpha T$
- E. Нет правильного ответа

4. Интегрируя уравнение $dE = \alpha dT$ и считая при этом, что $\alpha \neq f(T)$, получаем:

- A. $E_1 + E_2 = \alpha(T_1 - T_2)$
- B. $E_1 - E_2 = \alpha(T_1 - T_2)$
- C. $E_1 + E_2 = \alpha(T_1 + T_2)$
- D. $\alpha = E_1 + E_2(T_1 - T_2)$
- E. Нет правильного ответа

5. При увеличении E (степени сжатия) в цикле Отто термодинамический КПД:

- A. уменьшается
- B. увеличивается
- C. не изменяется
- D. колеблется
- E. нет правильного ответа

6. Какой из перечисленных циклов также называется циклом Сабатэ:

- A. Карно
- B. Дизеля

- C. Отто
 - D. Ренкина
 - E. Тринклера
7. Теоретический замкнутый цикл Отто при принятых допущениях состоит из:
- A. двух адиабат и двух изотерм
 - B. двух изохор и двух изобар
 - C. двух адиабат и двух изохор
 - D. двух адиабат и двух изобар
 - A. двух изотерм и двух изохор
8. Поршень в цилиндре двигателя, работающего по циклу Отто, в течение одного цикла совершает:
- A. 4 хода (такта)
 - B. 3 хода (такта)
 - C. 5 ходов (такта)
 - D. 6 ходов (такта)
 - E. 2 хода (такта)
9. Реактивный двигатель – это устройство, в котором ...
- A. кинетическая энергия топлива преобразуется в химическую энергию рабочего газа
 - B. химическая энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию струи рабочего газа, сжимающегося в соплах
 - C. потенциальная энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию за счет расширения в соплах
 - D. химическая энергия топлива преобразуется в кинетическую энергию струи рабочего газа, расширяющегося в соплах
 - E. нет правильного ответа
10. Цикл газотурбинной установки со сгоранием при $p = \text{const}$ называется циклом:
- A. Ренкина
 - B. Дизеля
 - C. Карно
 - D. Брайтона
 - E. Блазиуса
11. Что может быть использовано для целей производства электроэнергии:
- A. Электрический эффект
 - B. Термический эффект
 - C. Термоэлектрический эффект
 - D. Термоэлектродвижущий эффект
 - E. Нет правильного ответа
12. Принцип действия термоэлектрического преобразователя основан на способности металлов в нагретом состоянии испускать со своей поверхности:
- A. нейтроны
 - B. позитроны
 - C. электроды
 - D. ионы
 - E. Нет правильного ответа

13. Процесс называется изобарным, если
- $T = \text{const}$;
 - $V = \text{const}$;
 - $P = \text{const}$;
 - нет правильного ответа .
14. Уравнение первого закона термодинамики записывается:
- $\Delta U = L - Q$;
 - $L = \Delta U - Q$;
 - $Q = \Delta U + L$;
 - $\Delta U = Q$.
15. В каких единицах измеряется энтальпия?
- Дж;
 - Н·м;
 - Н/м;
 - Дж/кг.
16. На что расходуется подводимая к потоку или отводимая от него $q_{\text{внешн}}$:
- на изменение энтальпии и скорости течения жидкости или газа;
 - увеличение энтальпии, уменьшение скорости;
 - уменьшение энтальпии, увеличение скорости;
 - изменение внутренней энергии;
 - совершение работы
17. Какая жидкость называется идеальной:
- отсутствуют силы поверхностного натяжения;
 - отсутствует вязкость;
 - баротропная жидкость;
 - отсутствует направленность в жидкости
 - Нет правильного ответа
18. При ускорении адиабатного потока ($dw > 0$) энтальпия...
- уменьшается;
 - увеличивается;
 - не изменяется;
 - сначала растет, потом уменьшается;
 - сначала уменьшается, потом растет.
19. Удельный объем определяется по формуле:
- $v = \frac{m}{\rho}$
 - $v = \frac{1}{\rho}$
 - $v = (h_1 - h_2)$
 - $v = v_1 - v_2$

Е. $v = \rho_1 + \frac{\rho\omega_1^2}{2} + \rho qz_1$

20. Комплекс $\frac{\rho\omega^2}{2}$ носит название:

- А. статического давления;
- В. избыточное давление;
- С. динамического давления;
- Д. кинематической вязкости;
- Е. вакуумного давления.

21. Уравнение Лапласа для вычисления скорости распространения звука в среде:

- А. $\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_T = \frac{P}{\rho}$
- В. $a = \sqrt{\frac{dp}{d\rho}} k$
- С. $a = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_s}$
- Д. $\rho a = (\rho + d\rho)(a + d\omega)$
- Е. $dP = a^2 d\rho$

22. От каких параметров зависит скорость звука

- А. от плотности и температуры
- В. от давления и энтальпии
- С. от температуры и давления
- Д. от давления и плотности
- Е. от геометрических параметров

23. Какое значение числа Маха соответствует течению с дозвуковыми скоростями

- А. $M=1$
- В. $M>1$
- С. $M<1$
- Д. $M \rightarrow \infty$
- Е. $M=0$

24. Какое значение числа Маха соответствует течению со сверхзвуковыми скоростями

- А. $M=1$
- В. $M>1$
- С. $M<1$
- Д. $M \rightarrow \infty$
- Е. $M=0$

25. При дозвуковых скоростях течения сужение канала ($dE < 0$) соответствует:

- А. повышению давления
- В. сменения давления в потоке
- С. повышению температуры

- D. понижению температуры
 - E. понижению энтальпии
26. Сопло Лавала применяется для получения
- A. сверхзвуковых скоростей
 - B. дозвуковых
 - C. звуковых
 - D. критических
 - E. аэродинамических
27. Тепловое сопло – это:
- A. труба с постоянным сечением, поток в которой ускоряется за счет подвода или отвода теплоты;
 - B. труба с постоянным сечением и внутренним источником теплоты;
 - C. сопло с внутренним источником теплоты;
 - D. труба в которой поток ускоряется при подводе теплоты;
 - E. труба в которой ускоряется поток за счет отвода теплоты.
28. Кризис течения – это:
- A. торможение в суживающихся соплах;
 - B. невозможность в рассматриваемых условиях перехода через скорость звука ;
 - C. невозможность перехода от сверхзвуковой скорости к звуковой;
 - D. невозможность перехода от звуковой скорости к дозвуковой;
 - E. невозможность перехода к критической скорости.
29. Уравнение потока жидкости показывает, что тепло, подводимое к потоку или отводимое от него расходуется на:
- A. изменение энтальпии жидкости или газа и на изменение скорости движения;
 - B. изменение энтальпии жидкости или газа и на изменение полной энергии;
 - C. изменение энтальпии жидкости или газа и на изменение кинетической энергии потока;
 - D. изменение энтальпии жидкости или газа и на изменение вязкости;
 - E. нет правильного ответа.
30. Ускорение адиабатного потока происходит за счет:
- A. уменьшения его энтальпии;
 - B. увеличения его энтальпии;
 - C. уменьшения его вязкости;
 - D. увеличения его давления;
 - E. нет правильного ответа