

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
«НОВОКУЙБЫШЕВСКИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

УТВЕРЖДЕНО

Приказ директора
ГАПОУ СО «ННХТ»
от 14.11.2023 г. №127-У

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

по оценке освоения итоговых образовательных результатов, учебной
дисциплины

ОП.12 Гидравлика и термодинамика
программы подготовки специалистов среднего звена

21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

профиль обучения: технологический

Новокуйбышевск, 2023

РАССМОТРЕНО НА ЗАСЕДАНИИ

Предметно-цикловой комиссии
Общеобразовательных дисциплин
Председатель Н. В. Кирдишева
Протокол №02 от 17.10.2023г

СОГЛАСОВАНО

Старший методист ННХТ
О.Д. Щелкова
17.10.2023г.

ОДОБРЕНО

Методистом О. А. Абрашкина
17.10.2023

Составитель: Шипилова Л.А., преподаватель ГАПОУ СО «ННХТ»

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
2. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Контрольно- оценочные средства учебного предмета «Гидравлика и термодинамика» разработаны на основе:

федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС СОО);

примерной основной образовательной программы среднего общего образования (далее – ПООП СОО);

федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;

учебного плана по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений;

рабочей программы воспитания по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Контрольно- оценочные средства учебного предмета «Гидравлика и термодинамика» разработаны в соответствии с Концепцией преподавания общеобразовательных дисциплин с учетом профессиональной направленности программ среднего профессионального образования, реализуемых на базе основного общего образования, утвержденной распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 30.04.2021 № Р-98, на основании письма Департамента государственной политики в сфере среднего профессионального образования и профессионального обучения Министерства просвещения Российской Федерации от 30.08.2021 № 05-1136 «О направлении методик преподавания».

Содержание контрольно- оценочные средства по предмету «Гидравлика и термодинамика» разработано на основе:

синхронизации образовательных результатов ФГОС СОО (личностных, предметных, метапредметных) и ФГОС СПО (ОК, ПК) с учетом профильной направленности специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, интеграции и преемственности содержания по предмету «Гидравлика и термодинамика» и содержания учебных дисциплин, профессиональных модулей ФГОС СПО.

В результате изучения дисциплины студент должен:

уметь:

- использовать законы гидростатики для определения давления, вакуума, плотности жидкости;
- производить расчет коротких трубопроводов;
- использовать законы термодинамики для определения основных параметров термодинамической системы;
- производить анализ простейших термодинамических процессов;

- пользоваться термодинамическими диаграммами и таблицами для определения состояния рабочих тел (водяного пара, влажного воздуха);
- производить расчет теплопередачи через плоские многослойные и цилиндрические стенки.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен знать:**

- физические основы функционирования гидравлических и пневматических систем;
- законы гидростатики, гидродинамики;
- основные газовые законы, газовые смеси, законы термодинамики, основные газовые процессы;
- термодинамические циклы и устройство компрессорных и холодильных установок;
- основные понятия теории теплообмена. Формы передачи тепла и их применение.

обладать общими компетенциями:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды(подчиненных), результаты выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

обладать профессиональными компетенциями:

ПК 1.4. Проводить диагностику, текущий и капитальный ремонт скважин.

ПК 3.3. Контролировать выполнение производственных работ по добыче нефти и газа, сбору и транспорту скважинной продукции.

2. КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценки знаний студентов

Оценка «отлично» выставляется студенту за:

- а) глубокое усвоение программного материала по всем разделам курса, изложение его на высоком научно-техническом уровне;
- б) ознакомление с дополнительной литературой и передовыми научно-техническими достижениями;
- в) умение творчески подтвердить теоретические положения процессов и расчета аппаратов соответствующими примерами, умелое применение теоретических знаний при решении практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту за:

- а) полное усвоение программного материала;
- б) владение терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала;
- в) умение увязывать теоретические знания с решением практических задач;
- г) наличие не искажающих существа ответа погрешностей и пробелов при изложении материала.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту за:

- а) знание основных теоретических и практических вопросов программного материала;
- б) допущение незначительных ошибок и неточностей, нарушение логической последовательности изложения материала, недостаточную аргументацию теоретических положений.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту за:

- а) существенные пробелы в знаниях основного программного материала;
- б) недостаточный объем знаний по дисциплине для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.

Контрольные вопросы.

1. Основные понятия технической термодинамики: рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния системы, термодинамический процесс.
2. Состояние термодинамической системы, параметры состояния, уравнения состояния, газовая и универсальная газовая постоянная.
3. Понятие технической термодинамики: внутренняя энергия, работа, теплота, энтальпия, энтропия.
4. Первый закон термодинамики, формулировки и аналитические выражения (с внутренней энергией и энтальпией).
5. Теплоемкость, виды теплоемкости, уравнение Майера.
6. Энтальпия, энтропия, свойства Ts и pV - диаграммы.
7. Политропный процесс. Вывод уравнения процесса.
8. Изохорный и изотермический процессы (n ; l ; q ; c). Изображение в Ts и pV координатах.
9. Изобарный и адиабатный процессы (n ; l ; q ; c). Изображение в Ts и pV координатах.

10. Политропная теплоемкость: уравнение, график. Значения политропной теплоемкости для основных процессов.
11. Три группы политропных процессов в TS и pV координатах.
12. Второй закон термодинамики. Прямой и обратный циклы. Термический КПД цикла.
13. Цикл Карно и его свойства.
14. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Параметры циклов.
15. Работа газа в политропном процессе (вывод).
16. Способы передачи теплоты (уравнения, зависимость l и a от различных факторов).
17. Теплопроводность - физические основы процесса. Уравнения Фурье, его анализ. Температурное поле. Градиент температуры. Коэффициент l .
18. Уравнение Фурье-Кирхгофа. Условия однозначности.
19. Теплопроводность в однослойной плоской стенке при стационарном режиме и граничных условиях 1-го рода (вывод $t = t(x)$). Термическое сопротивление стенки.
20. Теплопроводность в многослойной плоской стенке при стационарном режиме и граничных условиях 1-го рода. Условия однозначности.
21. Теплопроводность в однослойной плоской стенке при стационарном режиме и граничных условиях 3-го рода. Коэффициент теплопередачи.
22. Теплопроводность цилиндрической стенки при стационарном режиме и граничных условиях 1-го рода. Термическое сопротивление цилиндрической стенки.
23. Задача о наружной тепловой изоляции трубы при стационарном режиме и граничных условиях 3-го рода. Критический радиус изоляции.
24. Основные положения учения о конвективном теплообмене. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Понятие о динамическом и тепловом пограничных слоях.
25. Основы теории подобия и моделирования. Основные критерии подобия конвективного теплообмена и их физический смысл.
26. Теоремы теории подобия. Условия однозначности.
27. Критериальные уравнения конвективного теплообмена (где и каким образом они используются, как их получают). Коэффициент a .
28. Определяемые и определяющие критерии. Определяющая температура и определяющий линейный размер.
29. Задача об определении потока тепла от нагретой стенки при естественной конвекции.
30. Теплообменные аппараты. Типы (схемы работы). Рекуператоры (прямоток и противоток - сравнение). Основные расчетные уравнения рекуператоров.
31. Основные физические свойства жидкостей: плотность, удельный вес, вязкость, сжимаемость, температурное расширение.
32. Силы, действующие в жидкостях. Гидростатическое давление и его свойства.

33. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
34. Поверхности равных давлений. Основное уравнение гидростатики.
35. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике.
36. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум.
37. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор.
38. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.
39. Сила гидростатического давления на плоские поверхности.
40. Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости криволинейные поверхности.
41. Закон Архимеда.
42. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.
43. Виды потоков жидкости. Основные характеристики потока: расход жидкости, живое сечение, средняя скорость, гидравлический радиус.
44. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его интерпретация. Особенности движения реальных жидкостей.
45. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся движении. Ограничения использования уравнения Бернулли.
46. Работа приборов и аппаратов пожаротушения, основанная на уравнении Бернулли.
47. Принцип действия струйных и центробежных насосов.
48. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
49. Виды потерь напора. Метод теории размерностей и его приложение к выводу общих формул для определения потерь напора.
50. Линейные потери в трубах и пожарных рукавах.
51. Местные потери напора. Определение коэффициента местных сопротивлений для наиболее типичных местных сопротивлений.
52. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы.
53. Истечение жидкости через малые круглые отверстия в тонкой стенке. Истечение жидкости из насадков.
54. Гидравлический удар. Виды гидравлического удара.
55. Способы снижения давления при гидравлическом ударе

1. Назвать основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Сделать вывод основного уравнения гидростатики. Привести формулы для определения полного, избыточного, вакуумметрического давления. Укажите единицы измерения в системе СИ.
3. Применяя формулы, опишите измерение гидростатического давления высотой столба жидкости, приведенную и пьезометрическую высоту, вакуум.
4. Опишите графическое изображение величины гидростатического давления. Начертите эпюру избыточного гидростатического давления для воды на вертикальную и наклонную стенку, на стенку, погруженную под уровень, на стенку испытывающую давление жидкости с обеих сторон.
5. Дайте описание приборов, которыми измеряется гидростатическое давление.
6. Привести примеры различных случаев равновесия жидкостей в сообщающихся сосудах.
7. Что называют эпюрой гидростатического давления, и каков метод ее составления. Приведите примеры построения эпюр и сделайте необходимые пояснения.
8. Как формулируется закон Паскаля и какова его связь с основным уравнением гидростатики. Действие, каких гидравлических машин основано на законе Паскаля.
9. Дайте определение и вывод закона Архимеда. Опишите плавучесть и условия плавания тел. Что называют водоизмещением, осадкой, ватерлинией плавающего тела.
10. Дайте определение устойчивости и опишите устойчивое и неустойчивое равновесие плавающего тела.
11. Как формулируется и аналитически выражается закон Архимеда. Какие условия необходимы для равновесия тела, плавающего на свободной поверхности жидкости.
12. Дайте определение потока жидкости. Охарактеризуйте виды движения жидкости и приведите примеры. Поясните понятия: траектория, линия тока, элементарная струйка.
13. Применяя формулы, опишите гидравлические элементы потока (живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус), расход жидкости и среднюю скорость движения.
14. Приведите вывод уравнения неразрывности установившегося движения для элементарной струйки и потока реальной жидкости. 15. Сделайте вывод уравнения Бернулли для потока реальной жидкости и опишите его энергетический смысл.
16. Запишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, поясните размерность величин входящих в это уравнение и их гидравлический смысл.
17. Опишите ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости и покажите, какое влияние они имеют на гидравлические расчеты.
18. Опишите потери напора в трубопроводах (местные, по длине, общие).
19. Приведите формулы расхода и скорости истечения жидкости через малые незатопленные и затопленные отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.

20. Опишите виды насадок, их гидравлический расчет и применение на практике.
21. Опишите и приведите расчетные формулы при истечении жидкости через короткие трубопроводы и через незатопленные и затопленные большие отверстия.
22. Опишите истечение жидкости при переменном напоре.
23. Охарактеризуйте физическую сущность истечения жидкости через насадки разных типов, их геометрическую форму и область применения.
24. Опишите гидравлический удар в напорном трубопроводе. Приведите способы гашения и примеры использования гидроудара.
25. Истечение жидкости через короткие напорные трубопроводы.
26. Общие понятия и основные формулы расчета длинных трубопроводов
27. Турбулентность и многофазовые потоки
28. Гидравлически гладкие и относительно шероховатые поверхности. Пограничный слой.
29. Классификация трубопроводов и их гидравлический расчет.
30. Истечение жидкости при переменном напоре.
31. Классификация насосов и принципы их работы.
32. Виды поршневых насосов и их характеристики.
33. Устройство и характеристика центробежных насосов.
34. Осевая сила, кавитационная характеристика и всасывающая способность центробежных насосов.
35. зависимость напора насоса от подачи. Рабочая точка насоса в сети.
36. Регулирование подачи насоса и устойчивость его работы в сети.
37. Параллельная работа насосов.
38. Последовательная работа насосов.
39. Подбор насосов.
40. Типы вентиляторов и их назначение.
41. Характеристики вентиляторов.
42. Рабочая точка вентиляторов. Способы регулирования подачи вентиляторов.
43. Подбор вентиляторов. Определение мощности электродвигателя.
44. Основные параметры состояния газа.
45. Уравнение состояния идеального газа.
46. Теплоемкость. Количество теплоты.
47. Термодинамические процессы.
48. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
49. Процессы изменения состояния идеального газа.
50. Цикл Карно и его термодинамическое значение.
51. Второй закон термодинамики. Энтропия газа и T-S диаграмма.
52. Процесс парообразования по p-w диаграмме.
53. Процесс парообразования по i-s диаграмме.
54. Дросселирование пара и газа.
55. Виды теплообмена.
56. Теплопроводность.
57. Механизм передачи теплоты через плоскую и цилиндрическую стенки.

58. Сущность закона Кирхгофа.

59. Сложный теплообмен.

60. Определение поглощательной, отражательной, пропускной способности тела.

Задачи.

Задача №1.

В отопительной системе небольшого жилого дома содержится воды. Сколько воды дополнительно войдет в расширительный сосуд при нагревании от 40 до 70 градусов.

Задача №2.

В отопительный котел поступает вода в объеме 30 м^3 при температуре 60°C . Сколько воды будет выходить из котла при ее нагреве до 90°C
Коэффициент температурного расширения = $0,00064\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Задача №3.

Стальной трубопровод диаметром 0,2 м и длиной 1,8 км. Проложенный открыто, находится под давлением $2 \cdot 10^5\text{ Па}$ при температуре воды 10°C . Определить давление воды в трубопроводе при повышении до 20°C в результате наружного нагрева.

Задача №4.

Трубопровод длиной 100 м и внутренним диаметром 250 мм перед гидравлическом испытанием заполнен водой при атмосферном давлении. Сколько нужно добавить в трубопровод воды, чтобы давление в нем повысилось до $21 \cdot 10^5\text{ Па}$. Температура воды 20°C .

Задача №5.

Сосуд имеет объем 12 л. Сколько будут весить в этом объеме вода, керосин и бензин, если удельный вес воды $9,81 \cdot 10^3\text{ Н/м}^3$, керосина - $7,9 \cdot 10^3\text{ Н/м}^3$, бензина - $6,9 \cdot 10^3\text{ Н/м}^3$.

Задача №6.

Определить полное гидростатическое давление на дно сосуда, заполненного водой на глубину 1 м. Давление на свободной поверхности атмосферное.

Задача №7.

Определить глубину воды в море на которой избыточное давление $= 0,5\text{ кг/см}^2$, и $3,58\text{ Па}$. Удельный вес морской воды $= 1,02\text{ т/м}^3$.

Задача №8.

Определить приведенную пьезометрическую высоту поднятия воды h в закрытом пьезометре, если показания открытого пьезометра $p_1 = 4\text{ м}$, расстояние от точки В до свободной поверхности жидкости в резервуаре $h_1 = 2\text{ м}$, а точка А расположена выше точки В на величину $p_2 = 1\text{ м}$. Удельный вес воды $= 9,81\text{ кН/м}^3$. (рисунок № 1)

Задача №9.

К двум резервуарам A и B , заполненным водой, присоединен дифференциальный ртутный манометр. Составить уравнение равновесия относительно плоскости равного давления и определить разность давлений в резервуарах A и B , если Расстояние от оси резервуара до мениска ртути равны $h_1 = 0,8 \text{ м}$ и $h_2 = 0$ бм.

Удельный вес воды $\gamma_w = 9,81 \text{ кН/м}^3$, ртути $\gamma_{рт} = 133,4 \text{ кН/м}^3$. (рисунок №2)

Задача №10.

К двум резервуарам A и B , заполненным нефтью, присоединен дифференциальный ртутный манометр. Определить разность давлений в точках A и B ,

Составив уравнения равновесия относительно плоскости равного давления. Разность показаний манометра $h_1 - h_2 = h = 0,25 \text{ м}$. Удельный вес ртути

$\gamma_{рт} = 133,4 \text{ кН/м}^3$, нефти $\gamma_n = 8,83 \text{ кН/м}^3$

(рисунок №3)

Задача №11.

Определить величину давления в газовой подушке над свободной поверхностью жидкости в котле и пьезометрическую высоту h_1 , если величина

поднятия ртути равна $h_2 = 63 \text{ мм}$. Температура воды в котле $t = 68$

$^{\circ}\text{C}$. (рисунок № 4)

Задача №12.

Определить величину давления в газовой подушке над поверхностью воды в сосуде, если перепад уровней ртути в дифманометре $h = 280 \text{ мм}$, а поверхность воды в сосуде отстоит от уровня ртути в левом колене дифманометра на величину $H = 1,6 \text{ м}$. Температура воды 20°C . (рисунок №5)

Задача №13.

Определить необходимую толщину δ стальных листов нефтяного бака диаметром

$D = 12 \text{ м}$ при глубине нефти $H = 8 \text{ м}$ и удельным весом нефти $\gamma_n = 8,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$.

Допустимое сопротивление стали на разрыв $\sigma = 118 \text{ Н/мм}^2$. (рисунок №6)

Задача №14.

Изогнутая труба диаметром $D = 500 \text{ мм}$ находится под давлением P Па.

Определить

Выпирающее усилие в колене, если угол поворота $\alpha = 60^{\circ}$. (рисунок №7)

Задача №15.

По стальному трубопроводу диаметром $D = 600 \text{ мм}$ подается вода под давлением

$P = 3 \text{ МПа}$. Определить напряжение в стенке трубопровода, если ее толщина $\delta = 15 \text{ мм}$.

Задача №16.

По реке плавает понтон размером дна 15×25 . Собственный вес понтона $G=150$ т.

Понтон имеет нагрузку $Q = 500$ т, определить осадку понтона и его водоизмещение.

Задача №17.

Собственный вес баржи 160т, длина 50м, ширина 20м. Определить вес груза баржи при ее осадке 1,5м.

Задача №18.

Определить гидравлический радиус трубы полностью заполненной жидкостью, диаметром 50мм.

Задача №19.

Определить гидравлический радиус и смоченный периметр трапецеидального канала, если его ширина по верху водной поверхности =5м, по низу 1м, глубина воды 1м.

Задача №20.

Определить среднюю скорость течения жидкости в трубе диаметром 50мм, при расходе 200л/с.

Задача №21.

Определить потери напора и коэффициент Дарси, если диаметр трубопровода 30см, длина 0,15м, расход жидкости 0,05м³/с, коэффициент кинематической вязкости $1,3 \cdot 10^{-6}$

Задача №22.

Определить общий коэффициент местных сопротивлений и местную потерю напора при движении жидкости по цилиндрическому трубопроводу со средней скоростью 1м/с. Трубопровод имеет вход без округления, колено, открытую задвижку.

Задача №23.

Найти потерю на трение при движении воды с температурой 50 °С в стальной трубе внутренним диаметром 0,5м, длиной 100м. Расход воды 0,50м³/с.

Задача № 24.

Коническая труба, установленная вертикально узким сечением вверх, имеет диаметр $d_1=500$ мм, а $d_2=100$ мм. Длина трубы 4м. Определить какое давление должно быть создано при входе в трубу, чтобы скорость в выходном сечении была $1,2 \sim 2$ Юм/с. Истечение происходит в атмосферу. Потери напора составляют 0,4м. (рисунок №8) **Задача №25.** По

трубопроводу, диаметр которого внезапно уменьшается от 200мм до 100мм

подается вода. Давление в первом сечении $1,76 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$, а во втором $1,5 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$.

Геометрическая высота первого сечения над плоскостью, проходящей через центр тяжести второго сечения, равна $Z = 1,0 \text{ м}$. Расход жидкости $Q = 0,04 \text{ м}^3/\text{с}$. Определить

полный напор в первом сечении, потери напора на рассматриваемом участке. (рисунок №9)

Задача №26.

Определить расход воды через круглое незатопленное отверстие в тонкой стенке,

если диаметр отверстия $0,2 \text{ м}$, а глубина погружения его центра под свободной поверхностью

$H = 5,0 \text{ м}$. Скорость подхода $0,5 \text{ м/с}$, сжатие совершенное.

Задача №27. Определить расход воды через квадратное затопленное отверстие со сторонами $C = 0,2 \text{ м}$, если глубина погружения центра отверстия под свободной поверхностью с напорной стороны $H_1 = 5,5 \text{ м}$ и с низовой стороны $H_2 = 1,0 \text{ м}$. Скоростью пренебречь.

Задача №28.

Определить общую потерю давления при подаче по трубопроводу диаметром 260 мм , длиной 1000 м воды в количестве 150 т/ч при температуре $60 \text{ }^\circ\text{C}$, если суммарный

коэффициент местных сопротивлений $\sum \xi = 10$, абсолютная шероховатость $k = 0,2 \text{ мм}$.

Задача №29.

Определить расход воды горизонтального трубопровода, имеющего сужение, при следующих данных: диаметры $d_1 = 15 \text{ см}$, $d_2 = 5 \text{ см}$, первая пьезометрическая высота

$= 1,5 \text{ м}$, вторая пьезометрическая высота $= 1,0 \text{ м}$. Потери напора и неравномерность распределения скоростей в сечениях не учитывать.

(рисунок № 10)

Задача №30.

Стальная труба с внутренним диаметром $0,8 \text{ м}$, и толщиной стенок $\delta = 10 \text{ мм}$, пропускает воду со скоростью 5 м/с ; перед задвижкой, у ее конца пьезометрический напор

40 м . Определить повышение давления при быстром закрытии задвижки.

Рисунок №1 Задача №8

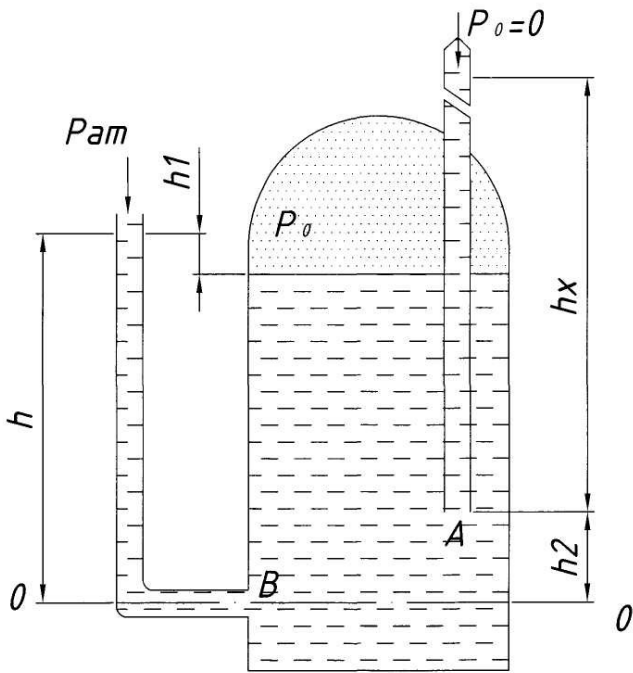


Рисунок №2 Задача №9

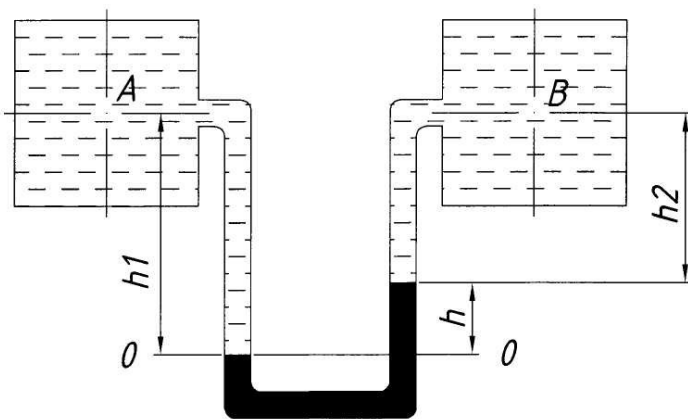


Рисунок №3 Задача №10

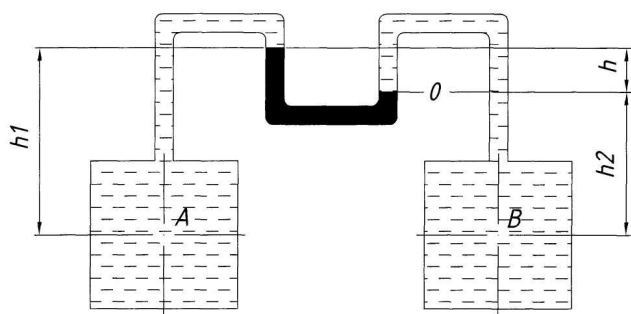


Рисунок №4 Задача №11

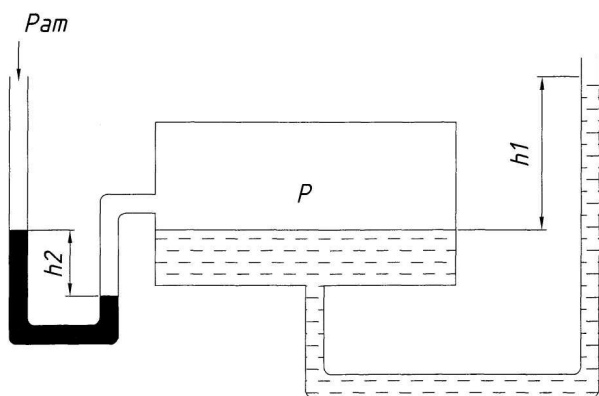


Рисунок №5 Задача №12

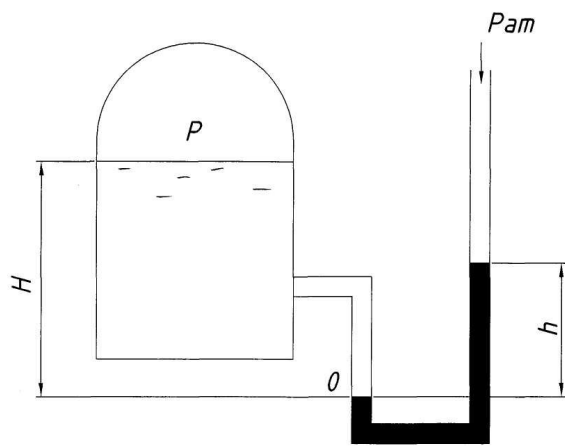


Рисунок №6 Задача №13

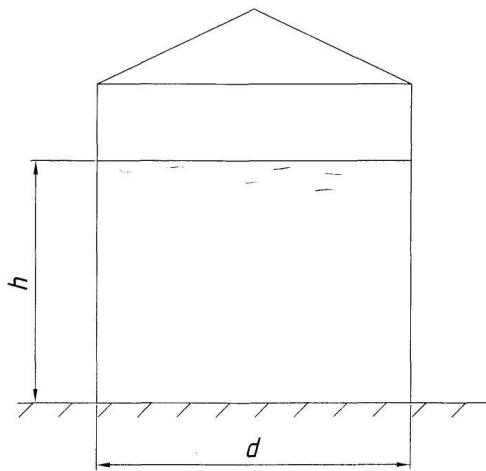


Рисунок №7 Задача №14

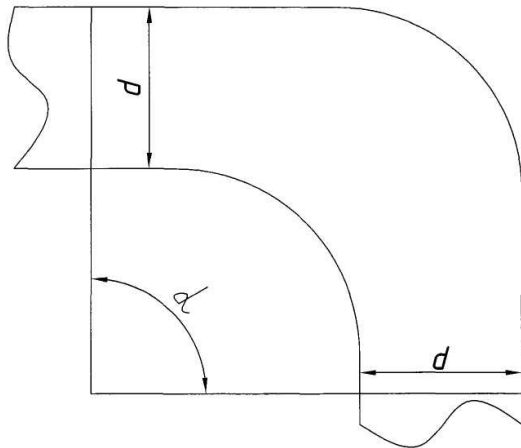


Рисунок №8 Задача №24

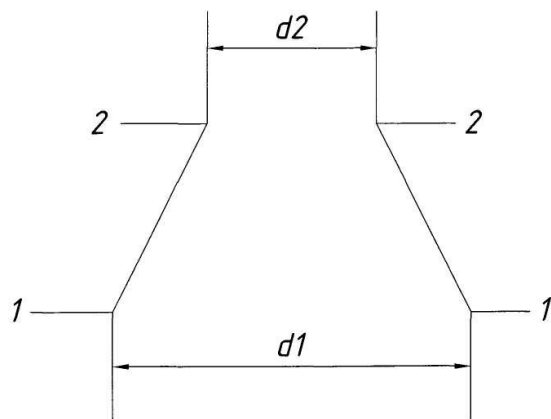


Рисунок №9 Задача №25

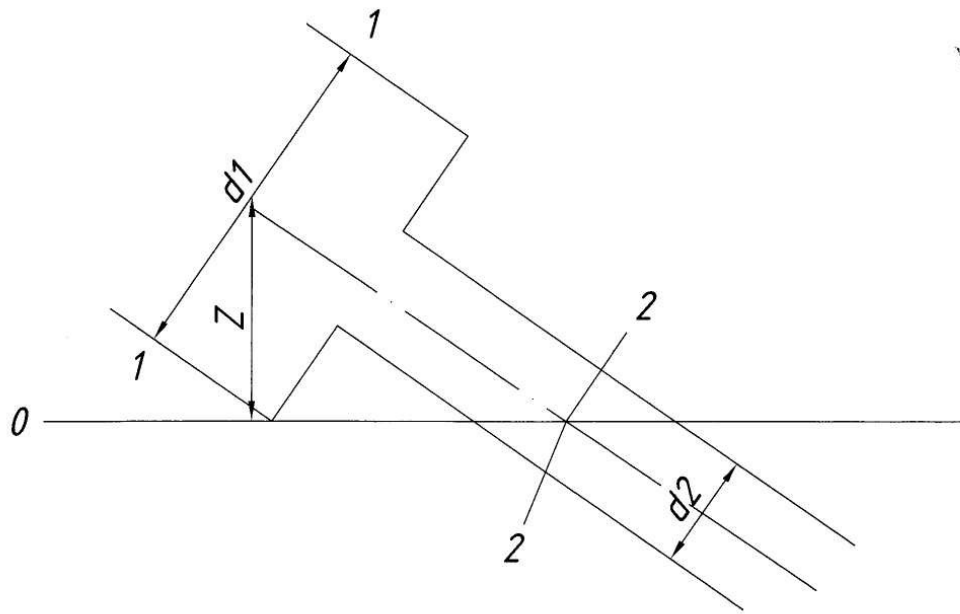
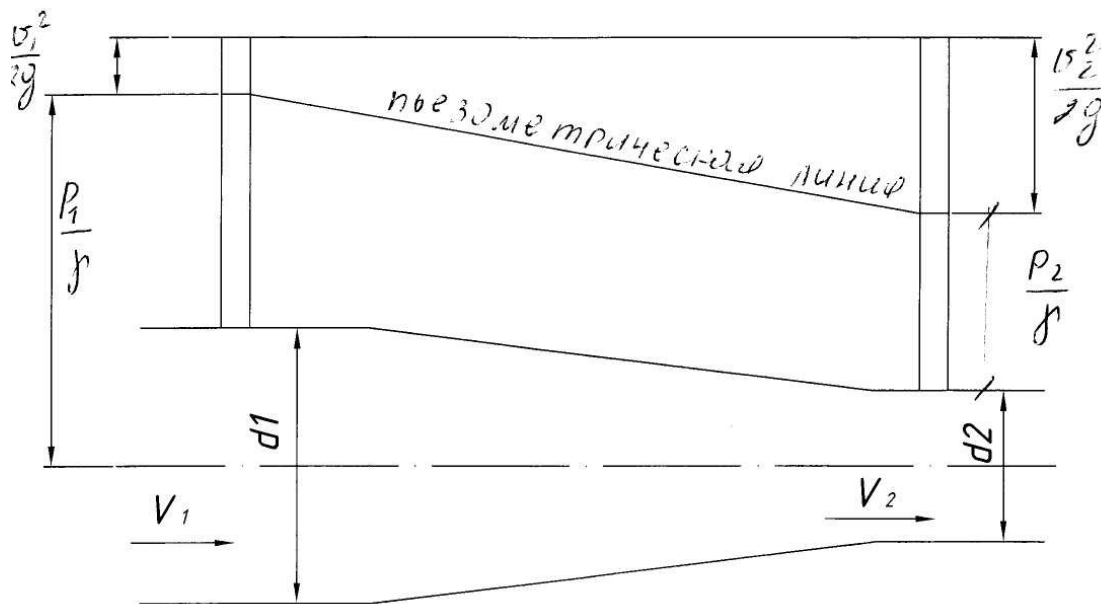


Рисунок №10 Задача №29



УКАЗАНИЯ К ЗАДАЧАМ

Задача №1. Плотность воды при различных температурах принять из справочных данных.

Задача №2. Использовать формулу для определения коэффициента температурного расширения.

Задача №3. Значение коэффициента температурного расширения принять из справочных данных.

Задача №4. Значение коэффициента объемного сжатия принять из справочных данных.

Задача №5. Применить формулу для определения удельного веса.

Задача №6,7. Задачи на определение гидростатического давления.

Задача №8,9,10, 11. Задачи по расчету сообщающихся сосудов. В задаче №11 плотность воды принять из справочных данных.

Задача №12. Воспользоваться справочными данными для определения плотности капельных жидкостей.

Задача №13,14,15. Определение силы гидростатического давления в трубах и котлах.

Задача №16,17. Задачи по расчету Архимедовой силы.

Задача №18,19,20. Задачи на расчет гидравлических элементов потока.

Задача №21. Коэффициент гидравлического трения принимается из расчета числа Рейнольдса.

Задача №22. Воспользоваться справочными значениями для определения коэффициентов местных сопротивлений.

Задача №23. Значение абсолютной эквивалентной шероховатости стенок трубы, а также кинематической вязкости жидкости при заданной температуре принять по справочным данным.

Задача №24,25. Расчет производится по уравнению Бернулли.

Задача №26,27. Применить формулы для расчета при истечении жидкости через малые отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре.

Задача №28. Воспользоваться справочными значениями для определения удельного веса воды и коэффициента кинематической вязкости.

Задача №29. Применить уравнение Бернулли.

Задача №30. Воспользоваться формулой для определения скорости распространения ударной волны.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ (СИ)

Постановлением Государственного комитета стандартов с 1 января 1963 г. Вводится. Как предпочтительная, Международная система единиц, которая сокращенно обозначается символом СИ. Единицы измерения этой системы, используемые в гидравлике, приводятся ниже.

Основные единицы

Наименование величины	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения
длина	метр	м
масса	килограмм	кг
время	секунда	с
Термодинамическая температура	Градус Кельвин	К

В Международной системе единиц принята абсолютная термодинамическая шкала температур, которая не имеет отрицательных значений температур-Т(К).

Дополнительные и производные единицы

Наименование величин	Единицы измерения	Сокращенные обозначения единиц измерения	Размер производных единиц
Площадь	Квадратный метр	M^2	$(1 м)^2$
Объем	Кубический метр	M^3	$(1 м)^3$
Плотность(объемная масса)	Килограмм на кубический метр	$Кг/м^3$	$(1 кг):(1 м)^3$
Скорость	Метр в секунду	м/с	$(1 м):(1 с)$
Сила	Ньютон	Н	$(1 кг)*(1 м):(1 с)^2$
Давление	Ньютон на квадратный метр	$Н/м^2$	$(1 Н):(1 м)^2$
Динамическая вязкость	Ньютон-секунда на квадратный метр	$Н*с/м^2$	$(1 Н)*(1 с):(1 м)^2$
Кинематическая вязкость	Квадратный метр на секунду	$M^2/с$	$(1 м)^2:(1 с)$
Работа, энергия, количество теплоты	Джоуль	Дж	$(1 Н):(1 м)$

Мощность	Ватт	Вт	(1 Дж):(1 с)
Коэффициент объемного сжатия	Квадратный метр на ньютон	М ² /Н	(1 м) ² :(1 Н)
Коэффициент температурного расширения	Единица на градус	1/К	(1):(1 К)
Модуль упругости	Ньютон на квадратный метр	Н/м ²	(1 Н):(1 м) ²
Удельный вес	Ньютон на кубический метр	Н/м ³	(1 Н):(1 м) ³
Расход жидкости	Метр кубический на секунду	М ³ /с	(1 м) ³ :(1 с)

2. БУКВЫ ГРЕЧЕСКОГО АЛФАВИТА

А а - альфа	Ι ι - йота	Τ, τ - тау
Β, β - бета	Κ, κ - каппа	Φ, φ - фи
Γ, γ - гамма	Λ, λ - ламбда	Χ, χ - хи
Δ, δ - дельта	Μ, μ - ми	Ω, ω - омега
Ε, ε - эпсилон	Ν, ν - ню	
Ζ, ζ - дзета	Π, π - пи	
Η, η - эта	ρ, ρ - ро	
Θ, θ - тэта	σ, σ - сигма	

3. ОБОЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ВЕЛИЧИН В ГИДРАВЛИКЕ

Греческий алфавит

обозначение	наименование
α	Коэффициент кинетической энергии потока; угол; 1-я константа турбулентности
Р	Коэффициент количества движения; 2-я константа турбулентности
ρ _w	Коэффициент объемного сжатия
ρ _t	Коэффициент температурного расширения
Υ	Объемный вес жидкости (удельный вес)
δ	Относительный удельный вес жидкости
Χ	Коэффициент гидравлического трения

μ	Динамическая вязкость; коэффициент расхода при истечении из отверстий и насадков
π	Безразмерный параметр
ν	Кинематическая вязкость
ζ	Коэффициент местных потерь напора
ρ	Плотность жидкости
Δ	Высота выступов шероховатости
ϵ	Коэффициент сжатия струи
τ	Касательное напряжение
χ	Смоченный периметр
ω	Угловая скорость; площадь живого сечения трубы, канала

Латинский алфавит

A	Динамическая турбулентная вязкость
d	Диаметр (внутренний) трубы
D	Диаметр
E	Энергия потока
E_0	модуль упругости
F	сила
G	вес жидкости ; весовой расход
g	ускорение силы тяжести
H	напор
h	глубина потока
$h_{тр}$	потери напора на трение
h_m	местные потери напора
I	уклон поверхности жидкости
i	уклон дна
K	модуль расхода
k_3	абсолютная эквивалентная шероховатость
L	длина
n	коэффициент шероховатости в формулах Павловского
P	сила (суммарное давление)

p	единичное давление (давление на единицу площади)
ΔP	перепад давления
Q	расход жидкости
R	гидравлический радиус, газовая постоянная
r	радиус трубы
Re	число Рейнольдса
Re	критическое число Рейнольдса
T	абсолютная температура, время
t	температура, С
u	скорость местная продольная
\bar{u}	скорость средняя (по сечению)
W	объем жидкости; модуль скорости
Z	геометрическая высота в уравнении Бернулли

4. ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$
0	999,87	50	998,07
4	1000	60	983,24
10	999,73	70	977,81
20	998,23	80	971,83
30	995,67	90	965,34
40	992,24	99	959,09

5. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ ВОДЫ

$\rho t^* 10, ^\circ\text{C}''$, при давлении, $\text{Па} * 10^{\sim}$

$t, ^\circ\text{C}$	1	100	200	500	900
1...10	14	43	72	149	229
11...20	150	165	183	236	289
40...50	420	422	426	429	437
60...70	556	548	539	523	514
90...100	719	704	696	661	621

6. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО СЖАТИЯ ВОДЫ

$\beta_w \cdot 10^{10}, \text{Па}^{-1}$, при давлении, $\text{Па} \cdot 10^4$

$t, ^\circ\text{C}$	50	100	200	390	780
0	5,4	5,37	5,31	5,23	5,15
5	5,29	5,23	5,18	5,08	4,93
10	5,23	5,18	5,08	4,98	4,81
15	5,18	5,1	5,03	4,88	4,7
20	5,15	5,05	4,95	4,81	4,6

7. ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО ВЕСА ВОДЫ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\gamma, \text{кг/м}^3$
0	999,87	60	983,24
4	1000,0	65	980,59
10	999,73	70	977,81
20	998,23	75	974,89
30	995,67	80	971,83
40	992,24	85	968,65
45	990,25	90	965,34
50	988,07	95	961,92
55	985,73	100	-

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Раздел 1. «Элементы термодинамики»

1. Ответьте на контрольные вопросы.
2. Какова связь между абсолютным и избыточным давлениями?
4. Какова связь между абсолютным и вакуумметрическим давлениями?
5. Что называют равновесным термодинамическим процессом?
6. Что называют внутренней энергией термодинамической системы?
7. В чем различие и что общего между теплотой и работой?
8. Сформулируйте первый закон термодинамики.
9. Что называют теплоемкостью процесса?
10. Какой фактор в наибольшей степени влияет на величину теплоемкости процесса?
11. Почему теплоемкость изобарного процесса больше, чем изохорного?
12. В чем различие между истинной и средней теплоемкостью?
13. Чему соответствуют площади под кривой процесса в $P \nu$ и $T - s$ диаграммах?
14. Какие термодинамические величины остаются постоянными в политропном процессе?
15. Что называют показателем адиабаты?
16. Какие численные значения принимает показатель политропы в изобарном, изотермическом, адиабатном и изохорном процессах?
17. В каком интервале численных значений показателя политропы теплоемкость процесса отрицательна?
18. На что расходуется теплота, подведенная к идеальному газу в изохорном, изобарном и изотермическом

Тест. Вариант № 1

1. Какое давление измеряется с помощью манометра?

- 1) барометрическое;
- 2) избыточное;
- 3) атмосферное;
- 4) абсолютное;
- 5) разрежение.

2. Как называется термодинамический процесс, в котором вся подведенная теплота расходуется на увеличение внутренней энергии?

- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) изотермический;
- 4) адиабатный;
- 5) политропный.

3. Из каких термодинамических процессов состоит цикл двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл Отто)?

- 1) 2-х изохор и 2-х адиабат
- 2) 2-х изохор и 2-х изотерм;
- 3) 2-х изобар и 2-х адиабат;
- 4) 2-х изобар и 2-х изотерм;
- 5) 2-х изохор и 2-х изобар.

4. Как называется процесс переноса теплоты, происходящий между непосредственно соприкасающимися телами или частицами тел с различной температурой и возможный в твердых телах, жидкостях и газах?

- 1) теплопроводность;
- 1) свободная конвекция;
- 2) излучение (радиация);
- 3) вынужденная конвекция;
- сложный теплообмен.

5. Как называется число подобия, характеризующее конвективный теплообмен на границе твердое тело - жидкость?

- 1) Рейнольдса;
- 2) Эйлера;
- 3) Прандтля;
- 4) Грасгоффа;
- 5) Нуссельта.

6. Для идеального цикла ДВС, работающего с подводом теплоты при $p = \text{const}$, определить степень сжатия и степень предварительного (изобарного) расширения, если известны параметры тела в характерных точках:

1. $s = 10, p = 3$;
2. $s = 12, p = 1$;
3. $s = 15, p = 5$;
4. $s = 20, p = 2$;
5. $s = 17, p = 4$;

Вариант № 2

1. Уравнение, описывающее состояние идеального газа видоизмененное $pV = nRT$, называется:

- 1) уравнением Клапейрона;
- 2) уравнением Гей - Люссака;
- 3) уравнением Бойля-Мариотта;
- 4) уравнением Клапейрона - Менделеева;
- 5) уравнением Клаузиуса.

2. Как называется процесс, в котором вся подведенная теплота идет на совершение работы?

- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) изотермический;
- 4) адиабатный;
- 5) политропный.

3. Из каких термодинамических процессов состоит цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении (цикл Дизеля)?

- 1) 2-х адиабат и 2-х изобар;
- 2) 2-х адиабат и 2-х изохор;
- 3) 2-х изотерм и 2-х изобар;
- 4) 2-х адиабат, 1 -ой изобары и 1 -ой изохоры;
- 5) 2-х изотерм, 1-ой изобары и 1-ой изохоры.

4. Как называется процесс переноса теплоты, осуществляемый при перемещении неравномерно нагретой жидкости или газа, причем движение рабочего тела осуществляется с помощью насоса?

- 1) теплопроводность;
- 2) свободная конвекция;
- 3) излучение (радиация);
- 4) вынужденная конвекция;
- 5) сложный теплообмен.

5. Каким уравнением описывается закон Ньютона-Рихмана (положен в основу изучения конвективного теплообмена)?

6. Как называется число подобия, характеризующее соотношение между силами давления и силами инерции?

- 1) Рейнольдса;
- 2) Эйлера;
- 3) Прандтля;
- 4) Грасгоффа;
- 5) Нуссельта.

7. Для идеального цикла ДВС, работающего с подводом теплоты при $y=const$, определить степень сжатия и степень повышения давления, если известны параметры рабочего тела в характерных точках цикла:

1. $s=4, p=4$;
2. $s=2, p=4$;
3. $s=5, p=3$;
4. $s=2, p=2$;
5. $s=4, p=2$;

Вариант № 3

1. Теплоемкость, равная отношению количества теплоты, выделяющейся или поглощаемой в процессе к изменению температуры при условии, что разность температур — величина постоянная, называется:

- 1) истинной;

- 2) молярной;
- 3) удельной;
- 4) средней;
- 5) объемной.

2. Как называется процесс, в котором работа совершается лишь за счет уменьшения внутренней энергии?

- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) изотермический;
- 4) адиабатный;
- 5) политропный.

3. Из каких термодинамических процессов состоит цикл ДВС со смешанным подводом теплоты как при постоянном объеме, так и при постоянном давлении (цикл Тринкле-ра)?

- 1) 2-х адиабат, 2-х изобар и 1 -ой изохоры;
- 2) 2-х адиабат, 2-х изохор и 1 -ой изобары;
- 3) 2-х изотерм, 2-х изобар и 1 -ой изохоры;
- 4) 2-х изотерм, 2-х изохор и 1 -ой изобары;
- 5) 2-х изохор, 1 -ой адиабаты, 1 -ой изотермы и 1 -ой изобары.

4. Как называется процесс переноса теплоты, который достигается за счет разности плотностей отдельных частей рабочего тела, вследствие нагревания?

- 1) теплопроводность;
- 2) свободная конвекция;
- 3) излучение (радиация);
- 4) вынужденная конвекция;
- 5) сложный теплообмен.

5. Каким уравнением описывается мощность лучистого потока, проходящего между параллельными пластинами?

6. Как называется число подобия, характеризующее режим движения жидкости?

- 1) Рейнольдса;
- 2) Эйлера;
- 3) Прандтля;
- 4) Грасгоффа;
- 5) Нуссельта.

7. Для идеального цикла ДВС работающего с подводом теплоты при $p = \text{const}$ определить удельное количество отведенной теплоты, если известно: удельное количество подведенной теплоты, термический КПД цикла

Задания к самостоятельной работе, используемые при контроле знаний студентов

Вариант 1

Задача 1.

Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{CO} = 0,6$; $r_N = 0,3$; $r_O = 0,1$. Общая масса

смеси $M = 20$ кг. В начальном состоянии объем смеси $V_1 = 15$ м³, а температура $t_1 = 47$ °С. В результате адиабатного сжатия давление смеси возрастает до значения $p_2 = 0,9$ МПа. Определить давление смеси в начальном состоянии, объем и температуру смеси в конечном состоянии, работу сжатия и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость газов не зависит от температуры. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и TS - диаграммах.

Задача 2.

Водяной пар из начального состояния $P_1 = 2,0$ МПа и $t_1 = 600$ °С при постоянном объеме охлаждается до температуры $t_2 = 300$ °С, а затем адиабатно переводится в состояние 3, где его степень сухости $x_3 = 0,9$. Определить параметры пара в состояниях 1, 2 и 3, удельные количества теплоты и работу расширения пара в процессе 1-2-3. Процесс 1-2-3 показать в TS - и iS - диаграммах.

Задача 3.

Азот сжимается в одноступенчатом компрессоре по политропе с показателем политропы $n = 1,15$ от давления $p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 20$ °С до $p_2 = 2,8$ МПа. Во сколько раз уменьшится теоретическая мощность, затрачиваемая на привод компрессора, если одноступенчатое сжатие заменить двухступенчатым при неизменном показателе политропы. Определить также максимальные температуры азота в обоих случаях и изобразить процесс в pV - и TS - диаграммах.

Вариант 2

Задача 1.

Смесь идеальных газов задана объемными долями: $r_{CO} = 0,4$; $r_N = 0,25$; $r_O = 0,35$. Общая масса смеси $m = 10$ кг. В начальном состоянии параметры смеси $p_1 = 0,9$ МПа и $t_1 = 330$ °С. В результате адиабатного расширения объем смеси увеличился до значения $V_2 =$

$7,5$ м³. Определить объем смеси в начальном состоянии, температуру и давление смеси в конечном состоянии, работу расширения и изменение внутренней энергии смеси. Считать, что теплоемкость смеси не зависит от температуры. Определить парциальные давления газов, входящих в смесь, в конечном состоянии. Изобразить процесс в pV - и TS - диаграммах.

Задача 2.

Водяной пар в начальном состоянии имеет параметры $P_1 = 0,01$ МПа и $x_1 = 0,9$. Из этого состояния пар адиабатно сжимается до давления $P_2 = 2$ МПа и затем при постоянном давлении охлаждается до температуры $t_3 = 250$ °С. Определить параметры пара в состояниях 2 и 3, удельные количества теплоты и работу расширения процесса 1-2-3. Процесс 1-2-3 показать в TS - и iS - диаграммах.

Задача 3.

Определить массовую и объемную (при начальных условиях) подачу двухступенчатого компрессора, в котором адиабатно сжимается воздух от давления $p_1 = 0,1$ МПа и $t_1 = 20$ °С до $p_2 = 2,2$ МПа. Теоретическое значение мощности, затрачиваемой на привод компрессора, $N = 100$ кВт. Определить также количество теплоты, которое отводится от воздуха в промежуточном холодильнике. Изобразить процесс в pV - и TS - диаграммах.

Информационное обеспечение

Бондарев, В.П. Гидравлика и термодинамика./ В.П. Бондарев.- Москва.: Форум-Инфра-М, 2019. – 265 с.

1. Схиртладзе А.Т., Иванов В.И., Кареев В.А. Гидравлические и пневматические системы. Учебник под редакцией Соломенцева Ю.М. – М.: Высшая школа, 2019.
2. Лашутина Н.Г., Макашова О.В., Медведев Р.М. Техническая термодинамика с основами теплопередачи и гидравлики. – Л.: Машиностроение, 2019.
3. Егорушкин В.Е., Цеплович Б.И. Основы гидравлики и теплотехники. – М.: Машиностроение, 2019.
4. Абацкин Ю.И., Абахипов В.А., Барыкин А.А. и др. Гидро- и пневмопривод и его элементы. – М.: Машиностроение, 2020.
5. Гейер В.Г., Дулин В.С. и др. Гидравлика и гидропривод. – М.: Недра, 2019.
6. Навроцкий К.Л. Теория проектирования гидро- и пневмоприводов. - М.: Машиностроение, 2020.

