Министерство образования и молодёжной политики Свердловской области

ГАПОУ СО «Карпинский машиностроительный техникум»

**Методические указания**

**к выполнению практических работ**

по программе подготовки специалистов среднего звена

Специальность (профессия)**:**

***08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений***

**ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ**

2020

**Содержание**

Пояснительная записка 3

1. Правила выполнения практической работы 4

2. Структура выполнения, практической работы 5

3. Практическая работа №1 6

4. Практическая работа №2 15

**Пояснительная записка**

Согласно учебному плану специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» для закрепления теоретических знаний, приобретения практических навыков и формирования дополнительных профессиональных компетенций по освоению дисциплины «Основы гидравлики» предусмотрено выполнение практических работ.

**Целью**методических указаний по выполнению практических работ является организация и управление самостоятельной работой студентов в процессе обучения.

**Задачи** методических указаний по выполнению лабораторных (практических) работ состоят в определении содержания, формы, и порядка выполнения практических и лабораторных работ, а также требования к результатам работы студентов.

Сведения о выполненной работе излагаются в отчете, который называется отчет о проделанной работе.

Выполнение практических работ направлено на начальное формирование у обучающихся общих компетенций, включающих в себя:

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

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

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.

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.

**1 Правила выполнения практических работ**

1.1 Обучающийся должен выполнить практическую работу в соответствии с полученным заданием.

1.2 Каждый обучающийся после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.

1.3 Отчет о проделанной работе следует выполнять в тетрадях для практических работ.

1.4 Содержание отчета указано в описании практической работы.

1.5 Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом с соблюдением ЕСКД.

1.6 Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.

1.7 Вспомогательные расчеты можно выполнить на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.

1.8 Если обучающийся не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.

1.9 Оценку по практической работе обучающийся получает, с учетом срока выполнения работы, если:

- расчеты выполнены правильно и в полном объеме;

- сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;

- обучающийся может пояснить выполнение любого этапа работы;

- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.

1.10 Зачет по практическим работам обучающийся получает при условии выполнения всех предусмотренных программой работ, после сдачи отчетов по работам при получении удовлетворительных оценок.

**2 Структура выполнения практической работы**

2.1 Наименование темыпрактической работы.

2.2Цель работы**:** изучить, овладеть.

2.3 Исходные данные.

2.4 Теоретическая часть практической работы.

2.5 Варианты заданий для практической работы.

2.6 Приложение

2.7 Ход работы:

2.7.1 Тщательно изучить краткие теоретические сведения (информационный материал, методические указания к выполнению лабораторной (практической) работы).

2.7.2 Согласно методических рекомендаций решить задачу.

2.7.3 Проанализировать полученные результаты;

2.7.4 Сделать и записать вывод о проделанной работе;

2.8 Составление отчета.Отчет должен содержать:

* Название работы.
* Цель работы.
* Задание.
* Формулы расчета.
* Таблицы результатов расчета.
* Анализ результатов расчета.
* Чертежи
* Вывод по работе.

Оформление лабораторной (практической) работы выполняется в соответствии со структурой, требованиями стандарта СПДС и ЕСКД.

**Практическая работа № 1**

**Тема:** Расчёт цикла двигателя внутреннего сгорания

1. Цель работы Приобретение практических навыков расчета циклов поршневых ДВС.

2. Обеспечивающие средства

2.1. Методические указания по выполнению практической работы;

2.2. Калькуляторы.

2.3. Справочные материалы.

3. Задание

3.1. Данные для расчетов (по вариантам) взять из таблицы 4.1.

3.2. По условию задания выполнить следующее:

3.2.1. Изобразить схематично (без масштаба) заданный цикл в pV-диаграмме;

3.2.2. Определить параметры состояния в характерных точках цикла;

3.2.3. Определить количество подведенного и отведенного тепла;

3.2.4. Рассчитать термический КПД цикла.

3.2.5. Построить по расчетным данным (в масштабе) заданный цикл в pV-диаграмме.

4. Технология работы

4.1. Выполнить задание в соответствии с данными своего варианта (см. табл.1.1).

ЗАДАНИЕ

Произвести расчет цикла двигателя внутреннего сгорания.

Для этого определить:

а) параметры в характерных точках цикла;

б) количество подведенного и отведенного тепла;

в) КПД цикла.

По рассчитанным параметрам построить в масштабе цикл в pV-диаграмме.

Рабочее тело массой 1 кг обладает свойствами воздуха. Исходные данные взять из табл.1.1.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар-та | р1, бар | Т1, К | ε | ρ | λ |
| 1 | 8,0 | 280 | 7,0 | 1,6 | 1,0 |
| 2 | 8,5 | 285 | 8,0 | 1,0 | 2,3 |
| 3 | 9,0 | 290 | 7,5 | 1,8 | 1,8 |
| 4 | 9,5 | 295 | 6,4 | 2,0 | 1,0 |
| 5 | 10,0 | 300 | 10,2 | 2,2 | 2,4 |
| 6 | 10,5 | 305 | 12,0 | 1,0 | 1,5 |
| 7 | 11,0 | 310 | 14,0 | 1,7 | 1,6 |
| 8 | 11,5 | 315 | 9,4 | 1,5 | 1,0 |
| 9 | 12,0 | 288 | 11,0 | 1,0 | 2,0 |
| 10 | 12,5 | 304 | 13,0 | 2,6 | 2,1 |

Перед выполнением работы следует внимательно изучить указанные разделы в литературных источниках.

При выполнении работы используются уравнения газовых законов, термодинамических процессов. Кроме этого в условии заданы коэффициенты, характеризующие тип цикла:

- степень сжатия; - степень предварительного расширения; - степень повышения давления.

При расчете цикла ДВС следует помнить, что при - цикл Отто, при – цикл Дизеля, при - цикл Тринклера.

КПД цикла определяется с учетом количества подведенного и отведенного тепла, значения которых берутся по абсолютной величине:

Примеры расчета циклов

Цикл Дизеля.

Рассчитать цикл ДВС: определить параметры в характерных точках цикла, рассчитать количество подведенного и отведенного тепла и КПД цикла, построить цикл в pV-диаграмме. Исходные данные: р1=1,1 МПа; Т1=315 К; λ=1; ε=14; ρ=1,6. Рабочее тело – воздух, массой 1 кг.

Решение:

1. Определяем газовую постоянную воздуха



2. Определяем массовые теплоемкости:

при  

при  

3. Определяем показатель адиабаты



4. Рассчитываем параметры в точке 1

, отсюда 

5. Рассчитываем параметры в точке 2, при этом учитываем, что линия 1-2 – адиабата, где ; поэтому 

Применим соотношение между  и  в адиабатном процессе 

Определим ; 

Используя уравнение состояния газа для точки 2, определяем 



6. Рассчитываем параметры в точке 3. Линия 2-3 – изобара, поэтому 

По этому процессу применяется коэффициент  - степень предварительного расширения ; находим 

Температура  определяется с помощью уравнения состояния газа в точке 3

; 

7. Рассчитываем параметры в точке 4. Линия 3-4 – адиабата 

Линия 4-1 – изобара, поэтому 

Определяем ; 



8. Определяем количество подведенного и отведенного тепла

 - подведенное тепло

- отведенное тепло

9. Определяем коэффициент полезного действия для данного цикла



10. Строим  - диаграмму

; ; 

; ; 



Цикл Тринклера.

Рассчитать цикл ДВС: определить параметры в характерных точках цикла, рассчитать количество подведенного и отведенного тепла и КПД цикла, построить цикл в pV-диаграмме. Исходные данные: р1=1 МПа; Т1=315 К; λ=2,2; ε=14; ρ=1,9. Рабочее тело – воздух, массой 1 кг.

Решение:

1.Определяем газовую постоянную.

R = 

Точка 1

P1V1=RT1

V1 =

Точка 2 (линия 1-2 – адиабатный процесс)

T1V1k-1 = T2V2k-1

K = ; ;

.

K=

ε = ; V2== 

T2 = T1 ()k-1= 315()1,3-1 =709,8 К

P2V2=RT2

P2 =

Точка 3 (линия 2-3 – изохорный процесс)

V2 =V3 =0,006 

λ = ; P3 =λP2 =2,2 ∙ 33,9 =74,58 МПа

T3 = 

Точка 4 (линия 3-4 – изобарный процесс)

; 

P3=P4=74,58Мпа

Точка 5 (линия 4-5 – адиабатное расширение)

T4V4k-1 = T5V5k-1



Т.к. линия 5-1 – изохорный отвод тепла, то

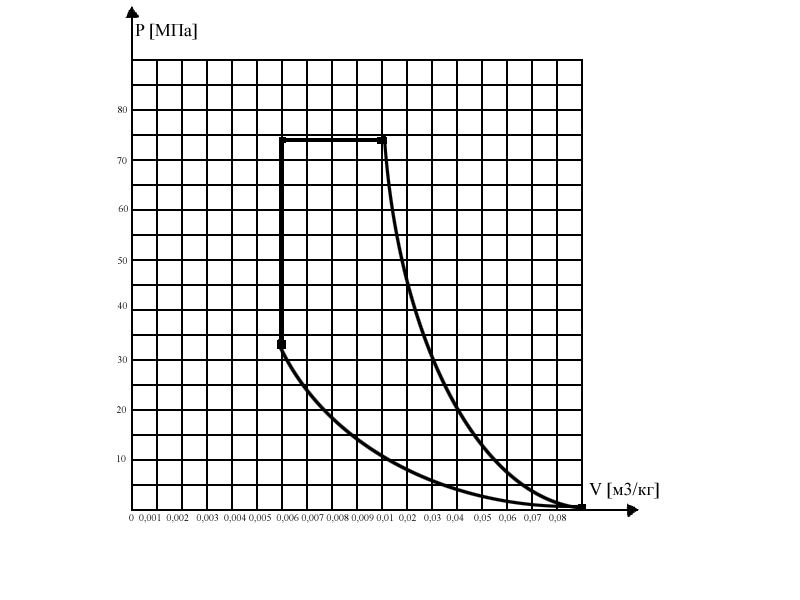
P5V5=RT5

Подведенное тепло

Отведенное тепло

Определяем КПД

По рассчитанным значениям параметров строится цикл в pV-диаграмме.



Цикл Отто.

Рассчитать цикл Отто: определить параметры в характерных точках, определить количество подведенного и отведенного тепла, подсчитать КПД цикла и построить цикл в  - диаграмме.

Дано: р1=1,1 МПа; Т1=315 К; m=1 кг; газ – воздух; ε=8; λ=2,4.

Определить: v1, p2, v2, T2, p3, v3, T3, p4, v4, T4, q1, q2, ηt; построить цикл в pV-диаграмме.

Решение:

1. Определяем газовую постоянную воздуха



2. Определяем массовые теплоемкости:

при  

при  

3. Определяем показатель адиабаты



4. Рассчитываем параметры в точке 1

, отсюда 

5. Рассчитываем параметры в точке 2, при этом учитываем, что линия 1-2 – адиабата, где ; поэтому

Применим соотношение между  и  в адиабатном процессе 

Определим ; 

Используя уравнение состояния газа для точки 2, определяем 



6. Рассчитываем параметры в точке 3 линия 2-3 – изохора, поэтому 

По этому процессу применяется коэффициент  - степень повышения давления ; находим 

Температура  определяется с помощью уравнения состояния газа в точке 3

; 

7. Рассчитываем параметры в точке 4 линия 3-4 – адиабата 

линия 4-1 – изохора, поэтому 

Определяем ; 



8. Определяем количество подведенного и отведенного тепла

 - подведенное тепло

- отведенное тепло

9. Определяем коэффициент полезного действия для данного цикла



10. Строим  - диаграмму

; ; 

; ; 

υ

P

υ2 = υ3

υ4 = υ1

1

3

4

2

q2

q1

**Практическая работа № 2**

Тема: Расчёт многоступенчатого компрессора

1. Цель работы

Приобретение практических навыков расчета основных характеристик многоступенчатых компрессоров.

2. Задание

2.1. Данные для расчетов (по вариантам) взять из таблицы 2.1.

2.2. По условию задания выполнить расчеты одноступенчатого и трехступенчатого компрессоров.

2.2.1. Определить:

а) теоретическую работу компрессора;

б) теоретическую мощность двигателя для привода компрессора;

в) расход охлаждающей воды;

г) для многоступенчатого компрессора определить давления сжатия по ступеням.

2.2.2. Расчеты произвести для изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия.

.

3. Технология работы

3.1. Выполнить задание в соответствии с данными своего варианта (см. табл. 2.1).

ЗАДАНИЕ

Компрессор всасывает V м3/с воздуха при начальном давлении р1 МПа и температуре t1 °C. Конечное давление сжатия рк МПа.

Произвести расчеты для одноступенчатого и трехступенчатого компрессоров.

Для этого определить:

В одноступенчатом компрессоре

1. Теоретическую работу компрессора L;
2. Теоретическую мощность двигателя для привода компрессора N;
3. Расход охлаждающей воды, если ее температура при этом повышается на Δt °С.

В трехступенчатом компрессоре

1. Давления за каждой ступенью;
2. Теоретическую работу компрессора L;
3. Теоретическую мощность двигателя для привода компрессора N;
4. Расход охлаждающей воды, если ее температура при этом повышается на Δt °С.

Расчеты произвести для изотермического, адиабатного и политропного процессов сжатия.

Принять: показатель политропы n=1,2, показатель адиабаты К=1,4 и теплоемкость воды =4,19 кДж/(кг·°С).

Исходные данные взять из таблицы 3.1.

Полученные результаты представить в виде таблицы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | Одноступенчатый компрессор | | | Трехступенчатый компрессор | | |
| Изотерм. | Адиабатный | Политропный | Изотерм. | Адиабатный | Политропный |
| L |  |  |  |  |  |  |
| N |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар-та | V, м3/с | р1, МПа | t1, °С | рк, МПа | Δt, °С |
| 1 | 100 | 0,08 | 8,0 | 0,8 | 10 |
| 2 | 110 | 0,09 | 10,0 | 0,9 | 12 |
| 3 | 120 | 0,1 | 12,0 | 1,0 | 14 |
| 4 | 130 | 0,11 | 14,0 | 1,1 | 15 |
| 5 | 140 | 0,12 | 16,0 | 1,2 | 13 |
| 6 | 150 | 0,09 | 18,0 | 0,9 | 16 |
| 7 | 160 | 0,08 | 20,0 | 0,8 | 14 |
| 8 | 170 | 0,1 | 22,0 | 1,0 | 11 |
| 9 | 180 | 0,12 | 24,0 | 1,2 | 10 |
| 10 | 190 | 0,11 | 26,0 | 1,1 | 12 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ

ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 2

При расчете многоступенчатого компрессора используются уравнения и формулы термодинамических процессов.

Соотношение давлений в ступенях (степень повышения давления)

,

 - отношение давления в каждой ступени

 - для многоступенчатого компрессора

 - для 3-х ступенчатого компрессора

 - число ступеней

 - давление воздуха на выходе из компрессора;

 - давление воздуха на входе в компрессор.

Теоретическая работа одноступенчатого компрессора:

А) при изотермическом сжатии

(Дж/кг)

Б) при адиабатном сжатии

(Дж/кг)

В) при политропном сжатии

(Дж/кг)

Где р1 – давление на входе в компрессор; р2 – давление за ступенью компрессора; Т1 – температура газа на входе в компрессор; R – газовая постоянная; k – показатель адиабаты и n – показатель политропы.

Для многоступенчатого компрессора теоретическая работа определяется:

,

Где - работа одной ступени (i – вид процесса); z – число ступеней.

Теоретическая мощность двигателя для привода компрессора

,(Вт)

Где G – массовый расход газа через компрессор, (кг/с).

Пример расчета компрессора

Трехступенчатый компрессор сжимает 500 м3/с воздуха при начальном давлении р1=0,06 МПа и температуре t1=10ºС до конечного давления рк=0,6 МПа.

Определить:

1. Давление после каждой ступени компрессора;
2. Теоретическую работу компрессора;
3. Теоретическую мощность двигателя для привода компрессора;
4. Расход охлаждающей воды, если ее температура при этом повышается на 15 ºС.

Расчеты произвести для изотермического, адиабатного и политропного процесса сжатия, приняв показатель адиабаты k=1,4, показатель политропы n=1,25 и теплоемкость воды =4,19 кДж/(кг·°С),теплоёмкость воздуха

Решение:

1. Определяем газовую постоянную воздуха по формуле

Где - универсальная газовая постоянная, а - молярная масса воздуха.

1. Определяем степень повышения давления: для трехступенчатого компрессора она находится по формуле
2. Находим давления за ступенями:

А) за первой ступенью

Б) за второй ступенью

В) за последней ступенью .

1. производим расчет компрессора при изотермическом сжатии:

Теоретическая работа компрессора

Т= 10+273=283 К

Теоретическая мощность двигателя для привода компрессора

Где G – массовый расход воздуха через компрессор, который определяется через объемный расход по формуле

v1 – удельный объем воздуха на входе в компрессор, находится из уравнения состояния газа:

Теплота, отводимая с охлаждающей водой, в изотермическом процессе по 1-му з-ну термодинамики численно равна работе сжатия компрессора , т.к. ΔU=0.

В свою очередь, это тепло можно определить по формуле

откуда расход охлаждающей воды

1. Производим расчет при адиабатном сжатии:

Теоретическая работа компрессора

.

Теоретическая мощность двигателя для привода компрессора

Т.к. в адиабатном процессе отсутствует теплообмен q=0, то расход охлаждающей воды рассчитывать не требуется.

6) Расчет при политропном сжатии:

Теоретическая работа компрессора

Теоретическая мощность двигателя для привода компрессора

Количество теплоты, отводимое при сжатии от воздуха, выразим из первого з-на термодинамики.

Конечная температура сжатия определяется из уравнения соотношений параметров в политропном процессе

Расход охлаждающей воды