Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**по учебной дисциплине «Основы гидравлики, пневматики»**

для специальности

15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)

(ТОП -50)

Челябинск, 2021

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Составлены в соответствии с утвержденной рабочей программой УД «Основы гидравлики, пневматики» | ОДОБРЕНО  Предметной (цикловой)  комиссией  протокол №  от « » г.  Председатель ПЦК  С.А.Ченцов | УТВЕРЖДАЮ  Заместитель директора  по НМР  \_\_\_\_\_\_ Т.Ю. Крашакова  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20 г. |

## Составитель: **Мороз Ю.А.,**преподаватель Южно-Уральского государственного

## технического колледжа.

**Пояснительная записка**

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине «Основы гидравлики, превматики» предназначены для обучающихся по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) (ТОП -50)

Лабораторные и практические занятия являются важным элементом учебной дисциплины. В процессе выполнения лабораторных и практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений программой учебной дисциплины «Основы гидравлики, пневматики» предусматривается выполнение 4-х практических занятий и 1 -ой лабораторной работы (всего 10 часов), направленных на формирование *элементов следующих компетенций*:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.2 Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по изготовлению деталей.

ПК 1.4. Осуществлять выполнение расчетов параметров механической обработки и аддитивного производства в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.9. Организовывать эксплуатацию технологических приспособлений в соответствии с задачами и условиями технологического процесса механической обработки заготовок и/или аддитивного производства сообразно с требованиями технологической документации и реальными условиями технологического процесса.

ПК 2.2. Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по сборке узлов или изделий.

ПК 2.5. Осуществлять подбор конструктивного исполнения сборочного инструмента, материалов исполнительных элементов инструмента, приспособлений и оборудования в соответствии с выбранным технологическим решением, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 2.9. Организовывать эксплуатацию технологических сборочных приспособлений в соответствии с задачами и условиями технологического процесса сборки узлов или изделий сообразно с требованиями технологической документации и реальными условиями технологического процесса.

ПК 3.5. Контролировать качество работ по монтажу, наладке и техническому обслуживанию систем и средств автоматизации, выполняемых подчиненным персоналом и соблюдение норм охраны труда и бережливого производства.

Студент в процессе работы должен **уметь**:

* использовать методы расчетов гидравлических и пневматических приводов;
* читать и выполнять схемы гидравлических и пневматических систем;
* определять потери и расход в трубопроводе и строить характеристики.

Студент в процессе работы должен **знать** (актуализация):

* основные положения гидравлики и пневматики;
* виды гидравлических и пневматических машин, их схемы и характеристики;
* методику расчета элементов гидравлических и пневматических приводов.

Описание каждой лабораторной и практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания, умения и теоретическое изложение необходимого, варианты заданий, описание алгоритма выполнения, контрольные вопросы.

Отчеты студентов по лабораторным и практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, выводы по проделанной работе, ответы на контрольные вопросы.

оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную самостоятельно безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполнен­ную в полном объеме с недочетами, исправленными самостоятельно по наводящим вопросам преподавателя.

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную с недочетами, исправленными с помощью преподавателя;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

Титульный лист и структура работы должны быть оформлены в соответствии с приложениями А, Б, Г.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ темы** | **Наименование работы** |
| Тема 1.2 | Практическая работа № 1 Определение гидростатического давления |
| Тема 1.3 | Практическая работа №2 Определение потерь напора |
| Тема 1.4 | Лабораторная работа № 1 Исследование конструкции и работы насоса. |
| Тема 2.1 | Практическая работа №3 Построение диаграмм термодинамических процессов |
| Тема 3.1 | Практическая работа №4 Расчет гидро- и пневмоприводов |
| **Всего: 10 часов** | |

**Практическая работа №1**

Определение гидростатического давления

**Тема:** Основное уравнение гидростатики

**Цель занятия*:***Научиться производить расчет гидростатического давления.

***Умения:*** рассчитывать гидростатическое давление

***Знания*** *(актуализация):* основной закон гидростатики

**Теоретический материал**

*Гидростатика* – раздел гидравлики, изучающий жидкость в покое

или равновесии.

*Гидростатическим давлением* называют нормальное сжимающее напряжение в неподвижной жидкости, т. е. силу, действующую на единицу площади поверхности. За единицу измерения давления в системе СИ принят **паскаль**  (1 Па = 1 Н/м2).

Различают абсолютное, атмосферное, манометрическое и вакуумметрическое давления.

*Абсолютное* (полное) *давление р* отсчитывается от абсолютного нуля. *Атмосферное давление ра* создается силой тяжести воздуха атмосферы и принимается в обычных условиях равным 101325 Па или 760 мм рт. ст. Избыток давления над атмосферным называют *манометрическим* (избыточным) *давлением (рм =р - pq),* а недостаток до атмосферного давления - *вакуумметрическим давлением (рв* = *ра - р).*

Для измерения атмосферного давления используют *барометры,* манометрического - *манометры,* вакуума - *вакуумметры*.

Абсолютное давление в любой точке покоящейся жидкости определяется по *основному уравнению гидростатики:*

***p = ро  + ρ∙ g∙ H***

где ***ро*** *-* абсолютное давление на свободной поверхности жидкости (***свободной поверхностью***называют границу раздела между жидкой и газообразной средой);

***ρ*** - плотность жидкости;

***H*** - глубина погружения точки под свободной поверхно­стью.

**Задание 1.** Решить задачи, применяя основное уравнение гидростатики.

**Ход работы**

1. Ознакомьтесь с содержанием задач своего варианта (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание задач

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1. В сообщающиеся сосуды налита жидкость, удельный вес которой γ. Один из сосудов закрыт и давление на свободной поверхности р0=102 кПа, второй сосуд открыт и давление на свободной поверхности в нём рат=98100 Па. Определить высоту h1, если известна высота h2. (рисунок 1). | 1. Определить уровень жидкости в баке, если при замере S- образной трубкой разность уровней ртути Δh, плотность жидкости 860 кг/м3 , плотность ртути 13,6\*103 кг/м3(рисунок 4) |
| 1. Определить высоту Н налива жидкости удельного веса γж, если давление воздуха поступающего в резервуар эквивалентно высоте h=890 мм рт. ст. (рисунок .2). | 1. Определить удельный вес и массу жидкости, если её уровень в сообщающихся сосудах h1, уровень воды h2. Плотность воды 1000 кг/м3, площадь поперечного сечения сосуда с жидкостью 0,5 м2. (рисунок 6). |
| 1. Определить манометрическое давление на дно сосуда, наполненного двумя жидкостями, если они имеют высоты H1 и Н2, а их удельные веса γ l и γ 2. (рисунок 3). | 1. Определить величину гидростатического давления в точке А под поршнем и в точке В воды на глубине z от поршня, если на поршень диаметром D производится давление силой 2 кН. (рисунок 5). |

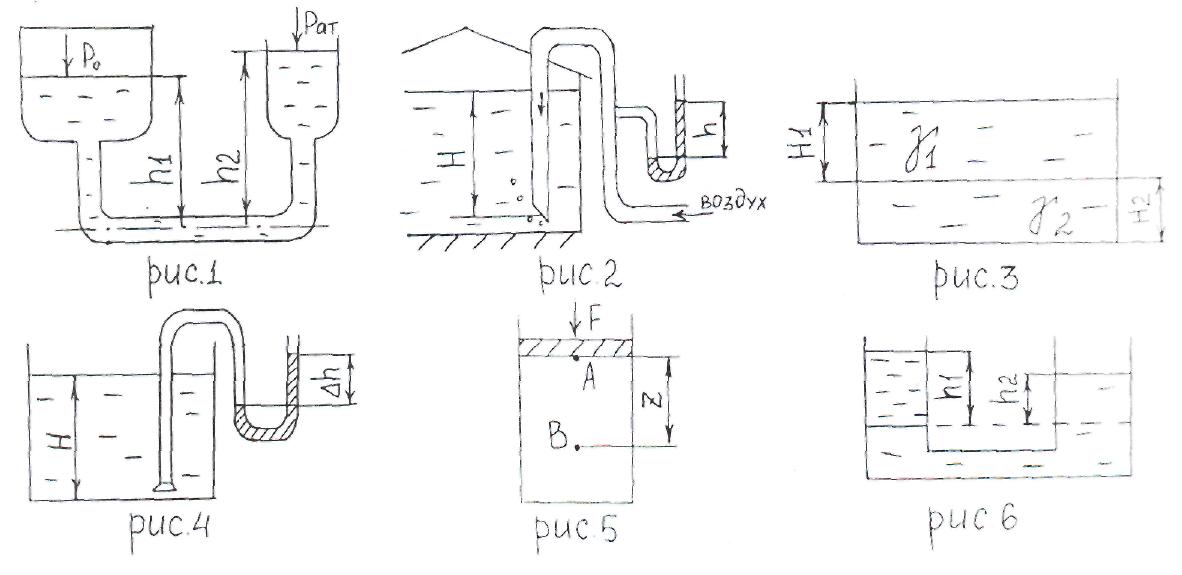


Рисунок 1 – Графическое изображение задач

2. Заполнить столбец 1 (внесите данные для решения задач из таблиц 3,4) таблицы 2 в заданной размерности

Таблица 2 – Решение задач

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано: | Система СИ: | Решение: |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  |  |

1. Переведите размерность параметра в систему СИ, приложение Б.
2. Решите задачи.
3. Запишите ответ.
4. Ответьте на контрольные вопросы:

1). Дайте определение гидростатического давления.

2). Запишите основное уравнение гидростатики.

3). Дайте определение параметрам основного уравнения гидростатики.

Таблица 3 – Данные для расчета (вариант 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| γ,Н/м3 | 7800 | 7900 | 8000 | 8100 | 8200 | 8300 | 8400 | 8500 | 8600 | 8700 | 8900 | 9000 | 9100 | 9200 | 9300 |
| h2,м | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0.85 | 0.9 | 1.0 |
| γж, Н/м3 | 9900 | 9800 | 9700 | 9600 | 9500 | 9400 | 9300 | 9200 | 9100 | 9000 | 8900 | 8800 | 8700 | 8600 | 8500 |
| Н1,м | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0.7 | 0.75 | 0.8 |
| Н2, м | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,40 | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0.15 | 0.1 |
| γ1,Н/м3 | 7200 | 7250 | 7300 | 7350 | 7400 | 7450 | 7500 | 7550 | 7600 | 7650 | 7700 | 7750 | 7800 | 7850 | 7900 |
| γ2,Н/м3 | 7900 | 8000 | 8100 | 8150 | 8200 | 8300 | 8400 | 8500 | 8600 | 8700 | 8800 | 8900 | 9000 | 9100 | 9200 |

Таблица 4 – Данные для расчета (вариант 2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 |
| Δh, мм | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 |
| Z,м | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0.7 | 0,8 | 0.9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1.4 | 1.5 |
| D, мм | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 |
| h1,см | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 11 | 13 | 15 | 19 |
| h2,см | 5 | 6 | 7 | 10 | 10 | 12 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 3 | 7 | 8 | 90 |

**Практическая работа №2**

«Определение потерь напора»

**ТЕМА:** Основы гидродинамики. Потери в трубопроводе

**Цель:**Формирование умений производить расчет потерь напора в трубопроводе.

***Умения:*** выполнять расчет трубопровода и строить его характеристику

***Знания*** *(актуализация):* уравнение Бернулли при расчете простейших трубопроводов

**Теоретический материал**

Уравнение Бернулли– это закон сохранения энергии: полная энергия системы Е определяется суммой кинетической Ек = и потенциальной энергией Еп = m∙g∙h :

Е = Ек + Еп

Для реальной жидкости уравнение Бернулли имеет вид:

 + ∑hw

(индексы «1» и «2» указывают номер сечения, к которому относится величина).

где ∑hw = hм + hл - суммарные потери определяются суммой местных потерь hм и потерь по длине трубопровода hл

*Местные потери напора* (энергии) жидкости возникают на коротких участках трубопровода с препятствиями для потока, называемыми местными сопротивлениями (внезапное расширение и сужение труб, вентили, задвижки, клапаны, колена). В таких местах образуются циркуляционные зоны, на вращение жидкости в которых затрачивается часть механической энергии потока, называемая местными потерями напора. Величина местных потерь напора экспериментально опреде­ляется разностью полных напоров жидкости до и после местного сопротивления.

В инженерных расчетах для определения местных потерь напора используется формула:

где - коэффициент местного сопротивления ( выбирается по таблице 5);

*V-* средняя скорость потока.

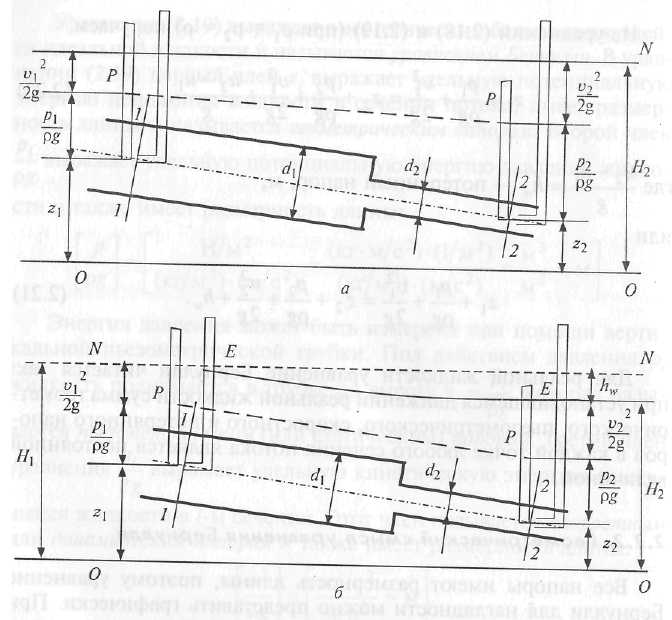
*Потери напора по длине* вызваны тормозящим действием стенок, приводящим к вязкостному трению частиц и струек жидкости друг о друга вдоль трубопровода. Они определяются по формуле:

*hl = X(l/d)V2/(2g),*

где X - коэффициент гидравлического трения;

*l и d* -соответственно длина и внутренний диаметр трубы (канала), м;

*V —* средняя скорость, м/с.



а - для идеальной жидкости; б - для реальной жидкости

Рисунок 1 - Графическое изображение уравнения Бернулли

На рисунке 1,б видно, что гидродинамический напор реальной жидкости уменьшается в направлении ее движения на величину напора, потерянного между начальным и конечным сечениями потока. Падение соответствующего напора на единицу длины называется соответственно гидравлическим, или пьезометрическим уклоном.

Различают два основных режима течения жидкости: *ламинарный* (слоистый) и *турбулентный* (вихревой). При ламинарном режиме частицы жидкости движутся по параллельным траекториям без перемешивания, поэтому поток имеет слоистую структуру, т.е. жидкость движется отдельными слоями. Турбулентное движение характеризуется пульсацией давления и скоростей частиц, что вызывает интенсивное перемешивание жидкости в потоке, т.е. вихревое движение.

Критерием режима течения является *число Рейнолъдса  
 Re = V∙d/v,* (4.1)

где *V—* средняя скорость потока, м/с;

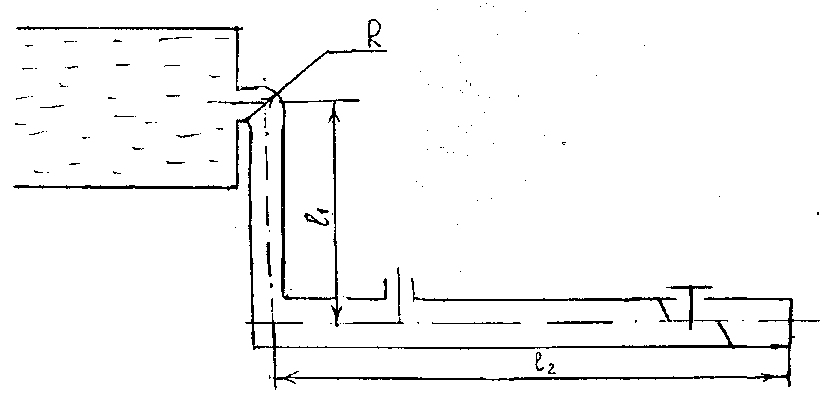
*d-* внутренний диаметр трубы (канала), м;

*v* - кинематический коэффициент вязкости жидкости, м2/с.

В инженерной практике режим движения жидкости определяют путем срав­нения числа Рейнольдса *Re* с его *критическим значением ReK,* соответствующим смене режимов движения жидкости. Для равномерных потоков жидкости в трубах (каналах) круглого сечения принимают *ReK* - *2300.* Режим считается ламинарным, если *Re <ReK;* турбулентным при *Re >ReK*

Турбулентный режим в природе и технике встречается чаще. Его закономерностям подчиняется движение воды в реках, ручьях, каналах, системах водоснабжения и водоотведения, а также течение бензина, керосина и других маловязких жидкостей в трубах.

**Задание 1.** Рассчитать простой трубопровод системы. Определить потерю напора при движении жидкости и построить характеристику трубопровода.



**Ход выполнения работы**

1. Выпишите данные своего варианта из таблиц 1,2 в расчетный лист, выданный преподавателем.
2. Переведите размерность параметров в систему СИ, приложение Б.
3. Выполните расчет трубопровода.
4. Ответьте на контрольные вопросы.

**Таблица 1 - Задание по вариантам**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Перемещаемая жидкость | V, (м/с) | d, (мм) |
| 1. | Вода при 0 °С | 1,4 | 50 |
| 2. | 1,2 | 70 |
| 3. | Вода при 4 °С | 1,5 | 80 |
| 4. | 1,0 | 60 |
| 5. | Вода при 10 °С | 0,9 | 40 |
| 6. | 1,1 | 100 |
| 7. | Бензин | 0,7 | 90 |
| 8. | 1,6 | 50 |
| 9. | Керосин | 1,5 | 110 |
| 10. | 1,2 | 100 |
| 11. | Вода при 12 °С | 1,0 | 120 |
| 12. | 1,8 | 60 |
| 13. | Нефть | 2,0 | 70 |
| 14. | 2,5 | 90 |
| 15. | Спирт винный | 2,2 | 50 |
| 16. | 1,2 | 100 |
| 17. | Масло веретенное | 2,0 | 120 |
| 18. | 2,5 | 90 |
| 19. | Вода при 20 °С | 1,3 | 50 |
| 20. | 1,5 | 70 |
| 21. | Нефть | 1,8 | 60 |
| 22 | 2,0 | 90 |
| 23. | Вода при 30 °С | 0.6 | 80 |
| 24. | 1,0 | 50 |
| 25. | Масло моторное | 1,9 | 50 |
| 26. | 2,0 | 110 |
| 27.  28. | Вода при 50 °С | 1,3  1,0 | 50  60 |
| 29. | Масло «Сульфафрезол» | 2,0 | 50 |
| 30. | 2.5 | 90 |

**Таблица 2 - Параметры перемещаемой жидкости**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование жидкости | Температура (°C) | Плотность (кг/м3) | Кинематическая вязкость  *υ* (м2/с) |
| Вода  Бензин  Керосин  Нефть  Спирт винный  Масло веретенное  Масло сульфофрезол  Масло моторное | 0  4  10  12  20  30  50  100  15  15  20  18  50  50  50 | 998,87  1000  999,73  999.23  99823  995,67  988,07  958,38  780  820  900  790  885  900  905 | 0,0178\*10-4  0,0152\*10-4  0,0131\* 10-4  0,0124\*10-4  0,0101\*10-4  0,0080\*10-4  0,0050\*10-4  0,0028\*10-4  0,0065\*10-4  0,0250\*10-4  0,2500\*1О-4  0,0133\*10-4  0,1400\*10-4  0,2200\*10-4  0,2000\*10-4 |

**Порядок оформления и выполнения работы**

**Данные для расчета:** Вариант №\_\_

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика элементов трубопровода и перемещаемой жидкости | Условное обозначение элемента | Значение параметра | Единица измерения в системе СИ |
| Длина вертикального участка | l 1 | 5 м |  |
| Длина горизонтального участка | l2 | 70 м |  |
| Радиус закругления колена | R | 250 мм |  |
| Перемещаемая жидкость |  |  |  |
| Скорость движения жидкости | V | м/с |  |
| Диаметр трубы | d | мм |  |
| Кинематическая вязкость | ***v*** | м2/с |  |
| Плотность жидкости | ρ | кг/м3 |  |

**Ход выполнения работы**

1. Определите коэффициент местных сопротивлений, пользуясь таблицей 3.

а) Вход в трубу с острыми кромками ε1=

б) Колено R/d= ε2=

в) Поворот угольником ε3=

г) Задвижка открытая на половину ε4=

д) Вентиль при среднем открытии ε5=

**Таблица 3 - Справочные данные коэффициента сопротивления**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Местное сопротивление | Эскиз фасонных частей | Коэффициент местного сопротивления |
| Вход в трубу:  При острых кромках  При закругленных кромках |  | 0,5  0,05-0,2 |
| Колено  При R>2d  При R~(3…7)d |  | 0,5  0,3 |
| Поворот угольником |  | 1,1 |
| Задвижка па круглой трубе:  Полностью открыта  Открыта на ¾  Открыта на 1/2 |  | 0,07  0,26  2,06 |
| Вентиль при среднем открытии |  | 1-3 |
| Всасывающий клапан с сеткой на входе в трубопроводную трубу |  | 5-10 |

1. Определите сумму коэффициентов местных сопротивлений

1. Определите потери напора от местных сопротивлений
2. Определите число Рейнольдса
3. Определите коэффициент сопротивления трения
4. Определите коэффициент линейных сопротивлений
5. Определите потерю напора от линейных сопротивлений
6. Определите потерю напора от местных сопротивлений



1. Определите общую потерю напора
2. Определите потери давления в трубе
3. Определите расход жидкости

11.Определите потерю мощности в трубопроводе

12. Постройте характеристику трубопровода

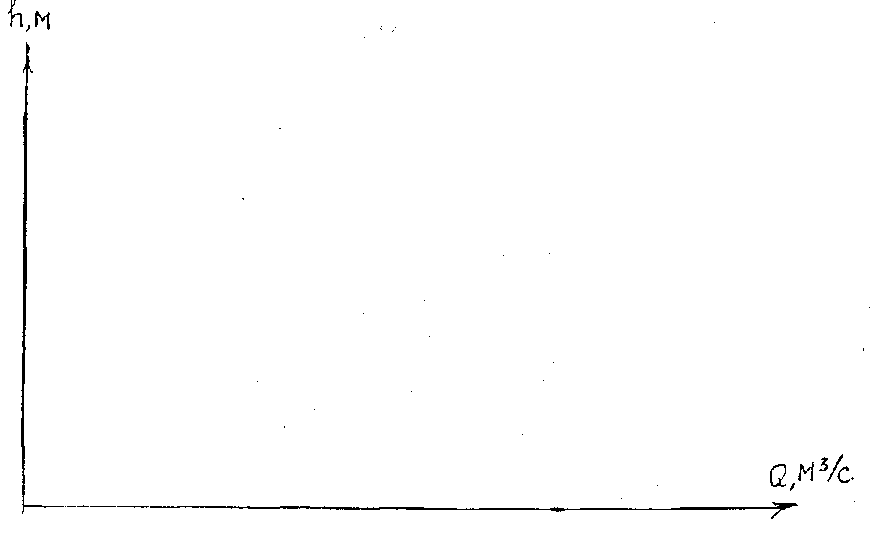
При турбулентном движении потери напора h пропорционально Q2. Следовательно, если уменьшить расход Q в 2, 3, 4 раза, то h уменьшится соответственно в 22=4; 32=9; 42=16 и т.д. раз. Если увеличить расход в 2, 3, 4, раза, то h увеличится в 4, 9, 16 раз.

На основании своих значений определите зависимость h от Q и занесите значения в таблицу 4.

**Таблица 4 – Параметры трубопровода**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Q(м3/c) | Q | Q/2 | Q/3 | 2Q | 3Q | 4Q |
| h(м) |  | h/4 | h/9 | 4h | 9h | 16h |
| Q(м3/c) |  |  |  |  |  |  |
| h(м) |  |  |  |  |  |  |

По табличным значениям постройте график, представляющий собой характеристику трубопровода



13.Определите потребный объем жидкости в гидробаке.

где Q – расход жидкости, м3/час.

14. Занесите результаты расчета в таблицу 5

**Таблица 5 – Результаты расчетов**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| hм(м) | h, (м) | (Па) | Q(м3/с) | N (Вт) | V(м3) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |

**Контрольные вопросы**

1. Назовите параметры характеристики трубопровода.
2. Дайте определение суммарным потерям в трубопроводе.

**Лабораторная работа № 1**

«Исследование конструкции и работы насоса».

**ТЕМА:** Классификация гидромашин

**Цель*:***формирование умения осуществлять сборку-разборку насоса, осуществлять замеры его конструктивных деталей; определять тип механизма.

***Оборудование***: 1. Насос.

2. Набор инструмента для разборки и сборки.

3. Мерительный инструмент.

***Умения:*** пользоваться измерительными инструментами и инструментамидля сборки-разборки; определять тип насоса

***Знания*** *(актуализация): конструкции различных насосов; методы* сборки и разборки насоса

**Теоретический материал**

*Насос* - гидравлическая машина, в которой механическая энергия, приложенная к выходному валу, преобразуется в гидравлическую энергию потока рабочей жидкости. *Гидродвигатель* - машина, в которой энергия потока рабочей жидкости преобразуется в энергию движения выходного звена. Если выходное звено получает вращательное движение, то такой гидродвигатель называют *гидромотором*, если поступательное, то *гидроцилиндром*. Гидромашина, которая может работать в режиме насоса или гидромотора, называется обратимой.

Насосы по принципу действия классифицируются на:

1.Динамические, в которых взаимодействие рабочих органов с жидкостью происходит в проточной полости, постоянно сообщающейся с входом и выходом гидромашины:

а) лопастные – центробежные, осевые

б) насосы трения – вихревые, струйные, дисковые и червячные

2. Объемные, в которых взаимодействие рабочих органов с жидкостью происходит в герметичной рабочей камере, попеременно сообщающейся с входом и выходом гидромашины:

а) возвратно-поступательные – поршневые, плунжерные, диафрагменные

б) роторные – шестеренные, пластинчатые, аксиально-поршневые и радиально-поршневые

Производительность насоса (подача) - это отношение объема подаваемой жидкости ко времени (м3/с).

*Теоретическая производительность насоса QТ* - это расчетный объем жидкости, вытесняемый в единицу времени из его полости нагнетания.

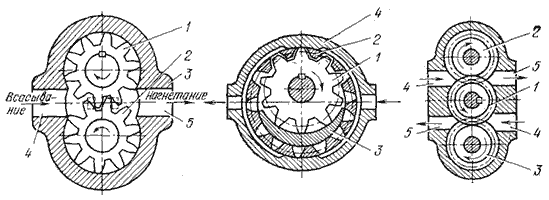
*Действительная производительность насоса QД* уменьшается на величину QН из-за обратного течения жидкости в насосе из полости нагнетания в полость всасывания и из-за утечки жидкости во внешнюю среду. Поэтому

QД = QТ - QН

Отношение действительной производительности насоса QД к теоретическойпроизводительности насоса QТ называется объемным КПД насоса:

b3a1

***Шестеренные насосы*.** Основная группа шестеренных насосов состоит из двух прямозубых шестерен внешнего зацепления (рисунок 1, а). Применяются также и другие конструктивные схемы, например, насосы с внутренним зацеплением (рисунок 1, б), трех- и более шестерные насосы (рисунок 1, в).



а - с внешним зацеплением; б - с внутренним зацеплением; в - трехшестеренный

Рисунок 1 - Схемы шестеренных насосов:

Шестеренный насос с внешним зацеплением (рисунок 1,а) состоит из ведущей 1 и ведомой 2 шестерен, размещенных с небольшим зазором в корпусе 3. При вращении шестерен жидкость, заполнившая рабочие камеры (межзубовые пространства), переносится из полости всасывания 4 в полость нагнетания 5. Из полости нагнетания жидкость вытесняется в напорный трубопровод.

В общем случае подача шестерного насоса определяется по формуле

b3a5

где *k* - коэффициент, для некорригированных зубьев *k* = 7, для корригированных зубьев *k* = 9,4; *D* - диаметр начальной окружности шестерни; *z* - число зубьев; *b* - ширина шестерен; *n* - частота оборотов ведущего вала насоса; η*об* - объемный КПД.

Шестеренный насос в разобранном состоянии представлен на рисунке 2.

Шестеренный насос состоит из корпуса 8, выполненного из алюминиевого сплава, внутри которого установлены подшипниковый блок 2 с ведущей 1 и ведомой 3 шестернями и уплотняющий блок 5, представляющий собой другую половину подшипника. Для радиального уплотнения шестерен в центральной части уплотняющего блока имеются две сегментные поверхности, охватывающие с установленным зазором зубья шестерен. Для торцевого уплотнения шестерен служат две поджимные пластины 7, устанавливаемые в специальные пазы уплотняющего блока с обеих сторон шестерен. В поджимных пластинах и в левой части уплотняющего блока есть фигурные углубления под резиновые прокладки 6. Давлением жидкости из полости нагнетания пластины 7 прижимаются к торцам шестерен, благодаря чему автоматически компенсируется зазор, а утечки остаются практически одинаковыми при любом рабочем давлении насоса. Ведущая и ведомая шестерни выполнены заодно с цапфами, опирающимися на подшипники скольжения подшипникового и уплотняющего блоков. Одна из цапф ведущей шестерни имеет шлицы для соединения с валом приводящего двигателя. Насос закрывается крышкой 4 с уплотнительным резиновым кольцом 9. Приводной вал насоса уплотнен резиновой манжетой, закрепленной специальными кольцами в корпусе насоса.

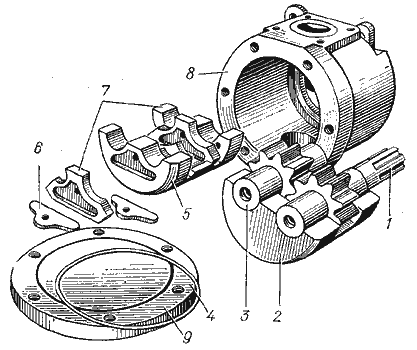


Рисунок 2 - Шестеренный насос НШ-К и его составные элементы

Шестеренные насосы с внутренним зацеплением сложны в изготовлении, но дают более равномерную подачу и имеют меньшие размеры. Внутренняя шестерня 1 (см. рисунок 1, б) имеет на два-три зуба меньше, чем внешняя шестерня 2. Между внутренней и внешней шестернями имеется серпообразная перемычка 3, отделяющая полость всасывания от напорной полости. При вращении внутренней шестерни жидкость, заполняющая рабочие камеры, переносится в напорную полость и вытесняется через окна в крышках корпуса 4 в напорный трубопровод.

На рисунке 1, в приведена схема трехшестеренного насоса. В этом насосе шестерня 1 ведущая, а шестерни 2 и 3 - ведомые, полости 4 - всасывающие, а полости 5 - напорные. Такие насосы выгодно применять в гидроприводах, в которых необходимо иметь две независимые напорные гидролинии.

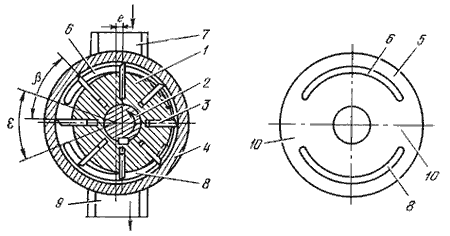
Равномерность подачи жидкости шестерным насосом зависит от числа зубьев шестерни и угла зацепления. Чем больше зубьев, тем меньше неравномерность подачи, однако при этом уменьшается производительность насоса. Для устранения защемления жидкости в зоне контакта зубьев шестерен в боковых стенках корпуса насоса выполнены разгрузочные канавки, через которые жидкость отводится в одну из полостей насоса.

***Пластинчатые насосы*** могут быть одно-, двух- и многократного действия. В насосах однократного действия одному обороту вала соответствует одно всасывание и одно нагнетание, в насосах двукратного действия - два всасывания и два нагнетания.

Схема насоса однократного действия приведена на рисунке.3. Насос состоит из ротора 1, установленного на приводном валу 2, опоры которого размещены в корпусе насоса. В роторе имеются радиальные или расположенные под углом к радиусу пазы, в которые вставлены пластины 3. Статор 4 по отношению к ротору расположен с эксцентриситетом **е**. К торцам статора и ротора с малым зазором (0,02…0,03 мм) прилегают торцевые распределительные диски 5 с серповидными окнами. Окно 6 каналами в корпусе насоса соединено с гидролинией всасывания 7, а окно 8 - с напорной гидролинией 9. Между окнами имеются уплотнительные перемычки 10, обеспечивающие герметизацию зон всасывания и нагнетания. Центральный угол, образованный этими перемычками, больше угла между двумя соседними пластинами.

При вращении ротора пластины под действием центробежной силы, пружин или под давлением жидкости, подводимой под их торцы, выдвигаются из пазов и прижимаются к внутренней поверхности статора. Благодаря эксцентриситету объем рабочих камер вначале увеличивается - происходит всасывание, а затем уменьшается - происходит нагнетание. Жидкость из линии всасывания через окна распределительных дисков вначале поступает в рабочие камеры, а затем через другие окна вытесняется из них в напорную линию.

При изменении эксцентриситета е изменяется подача насоса. Если е = 0 (ротор и статор расположены соосно), платины не будут совершать возвратно-поступательных движений, объем рабочих камер не будет изменяться, и, следовательно, подача насоса будет равна нулю. При перемене эксцентриситета с *+е* на *-е* изменяется направление потока рабочей жидкости (линия 7 становится нагнетательной, а линия 9 - всасывающей). Таким образом, пластинчатые насосы однократного действия в принципе регулируемые и реверсируемые.



1 - ротор; 2 - приводной вал; 3 - пластины; 4 - статор; 5 - распределительный диск; 6, 8 - окна; 7 - гидролиния всасывания; 9 - гидролиния нагнетания

Рисунок 3 - Схема пластинчатого насоса однократного действия:

Радиально-поршневой насос однократного действия приведен на рисунке 4. Рабочими камерами в насосе являются радиально расположенные цилиндры, а вытеснителями - поршни. Ротор (блок цилиндров) 1 на скользящей посадке установлен на ось 2, которая имеет два канала 3 и 4 (один соединен с гидролинией всасывания, другой - с напорной гидролинией). Каналы имеют окна 5, которыми они могут соединяться с цилиндрами 6. Статор 7 по отношению к ротору располагается с эксцентриситетом.

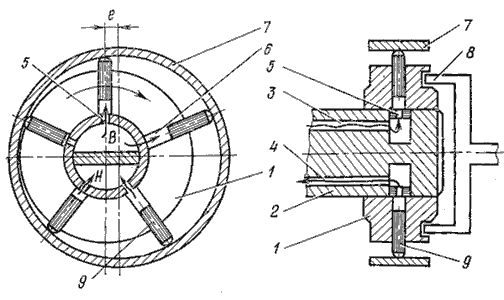


Рисунок 4 - Схема радиально-поршневого насоса однократного действия.

Ротор вращается от приводного вала через муфту 8. При вращении ротора в направлении, указанном на рисунке 4. стрелкой, поршни 9 вначале выдвигаются из цилиндров (происходит всасывание), а затем вдвигаются (нагнетание). Соответственно рабочая жидкость вначале заполняет цилиндры, а затем поршнями вытесняется оттуда в канал 4 и далее в напорную линию гидросистемы. Поршни выдвигаются и прижимаются к статору центробежной силой или принудительно (пружиной, давлением рабочей жидкости или иным путем).

Подача радиально-поршневого насоса

b3a16

где *d* - диаметр цилиндра; *е* - эксцентриситет; *z* - число поршней.

В серийных конструкциях радиально-поршневых насосов число поршней принимается нечетным (чаще всего *z* = 7 или *z* = 9). Число рядов цилиндров для увеличения подачи может быть увеличено от 2 до 6. Подача радиально-поршневого насоса с кратностью действия *i* и числом рядов *m* подсчитывается по формуле

b3a17

где *h* - ход поршней.

В станкостроении применяют регулируемые радиально-поршневые насосы однократного действия типа НП, которые выпускают с максимальной подачей до 400 л/мин и давлением до 200 МПа.

**Ход выполнения работы**

1. Получите насос у преподавателя
2. Ознакомьтесь с техническим паспортом насоса, инструкцией по безопасности труда при сборочно-разборочных работах
3. Разберите предложенный насос.
   1. Снимите фланец насоса

3.2 Выньте рабочие органы насоса

3.3Определите тип механизма и изучите его конструкцию.

3.4 Изучите особенности конструкции деталей насоса.

1. Выполните эскизы рабочих элементов насоса.
2. Произведите замеры деталей насоса, нанесите их размеры на эскизы
3. Соберите насос в обратной последовательности.
4. Проверьте, как вращаются валы. Если вращение вала затруднено, осуществите регулировку.
5. Сдайте инструменты и насос преподавателю. Продемонстрируйте (аргументируйте) точность сборки .
6. Осуществите уборку рабочего места.
7. Ответьте на контрольные вопросы
8. Оформите отчет и сдайте его преподавателю

**Контрольные вопросы**

1. Назовите основные параметры насоса.
2. Дайте определение насосу.

**Практическая работа № 3**

«Построение диаграмм термодинамических процессов»

**ТЕМА:** Термодинамические процессы

**Цель:** Формирование умения решать задачи с применением уравнения термодинамики и строить диаграммы термодинамических процессов

***Умения:*** рассчитывать параметры состояния рабочего тела

***Знания*** *(актуализация):* оценивание полученных значений

**Теоретический материал**

Термодинамическим процессом называется последовательное изменение состояния тела при переходе из одного **равновесного** состояния в другое.

Основным свойством этих процессов является их **обратимость .**

**Обратимыми**  называют процессы, после совершения которых в прямом, а потом и в обратном направлении вся система возвращается в исходное состояние.

Все эти процессы  **равновесны.**

Математическая и графическая запись термодинамических процессов:

1. Изобарический процесс при **p=const**

|  |  |
| --- | --- |
| **р**  **V** |  |

1. Изохорический процесс при **v=const**

|  |  |
| --- | --- |
| **V**  **P** |  |

1. Изотермический процесс при **T=const**

****

1. Адиабатный процесс – без теплообмена с окружающей средой, математическая запись: **p∙vk=const**

****

где k = Cp /Cv– показатель адиабаты

Cp – теплоемкость при p=const

Cv - теплоемкость при v =const

1. Политропный процесс - смешанный процесс

математическая запись: **p∙vn = const**

где n – показатель политропы

При n=0 - p=const – изобарический процесс

n=1 - Т=const – изотермический процесс

n=k - p∙ v k=const – адиабатный процесс

n= ∞ - v =const – изохорический процесс

В термодинамических расчетах используют не только математические формулы, но и различные графики в виде диаграмм: P-V (давление-объем), T-S (температура-энтропия) и Н-S (энтальпия-энтропия).

**Задание 1.** Решить задачи, применяя уравнения термодинамики.

**Ход выполнения работы**

1. Ознакомьтесь с содержанием задач своего варианта (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание задач

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1. До какой температуры нужно нагреть газ при постоянном объёме, если начальное давление газа Р1 и температура t1, а конечное давление Р2. | 1. До какой температуры нужно нагреть газ, чтобы при постоянном давлении он, имея температуру t и объём V, увеличил свой объём до Vy. |
| 1. Сосуд объёмом V заполнен кислородом при давлении Рн. Определить конечное давление кислорода и количество сообщённой ему теплоты, если начальная температура кислорода tН, a конечная tК.   Cvm= 0.66 [ КДж/(кг\*К) ]. | 1. В закрытом сосуде ёмкостью Vc содержится кислород при давлении Р1 и температуре t1. Как изменится давление газа, если от него отнять количество теплоты Q. Зависимость C=f(t) линейная (Cvm=0,6527+0.00012724\*t) [ КДж/кг\*К ].. |
| 1. Построить в координатах PV изотерму, если задана точка 1, характеризующая начальное состояние газа (рисунок 1) | 1. Построить в координатах P-V изотерму, если задана точка 1, характеризующая начальное состояние газа (рисунок 1) |

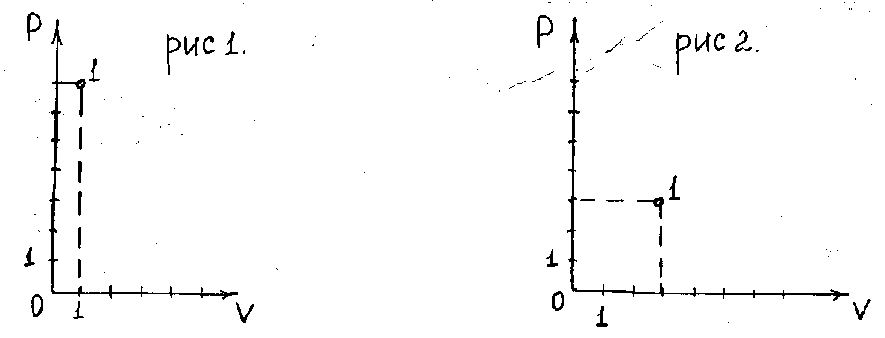


Рисунок 1 – Начальные точки и система координат для построения изотермы

2. Заполнить столбец 1 (внесите данные для решения задач из таблиц 3,4) таблицы 2 в заданной размерности

Таблица 2 – Решение задач

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дано: | Система СИ: | Решение: |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  |  |

1. Переведите размерность параметра в систему СИ, .приложение Б.
2. Решите задачи.
3. Запишите ответ.
4. Ответьте на контрольные вопросы:

Таблица 3 – Данные для расчета (вариант 1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| Р1,кПа | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| t1,°C | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 21 | 20 | 22 | 23 | 25 | 26 | 10 | 15 | 30 |
| Р2,кПа | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 | 200 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 220 |
| V, л | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 |
| Рн.МПа | 5 | 6 | 6,5 | 7,2 | 8 | 8,5 | 8,3 | 7,5 | 9 | 9,5 | 10 | 11 | 12 | 13 | 8,8 |
| t H,°C | 5 | 6 | 7 | 8 | 4 | 14 | 15 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 10 | 15 |
| tK,°C | 15 | 20 | 14 | 16 | 10 | 30 | 30 | 20 | 25 | 33 | 27 | 20 | 32 | 26 | 30 |

Таблица 4 – Данные для расчета (вариант 2)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 |
| t,°C | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| V,м3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Vy, м3 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,5 | 0,7 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,5 |
| Vc. м3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Р1,МПа | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,1 | 1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| t1, °С | 200 | 230 | 250 | 270 | 300 | 330 | 350 | 380 | 400 | 450 | 490 | 500 | 510 | 550 | 580 |
| Q, кДж | 100 | 105 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 320 | 350 | 380 | 400 | 450 | 500 | 550 | 430 |

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение адиабатному процессу и назовите его особенности.

2. Дайте определение политропному процессу.

**Практическая работа № 4**

Расчет гидро- и пневмоприводов

**Тема:** Комбинированные приводы

**Цель:** формирование умения осуществлять расчет параметров гидро и пневмоприводов

***Умения:*** производить расчет гидро- и пневмоприводов

***Знания*** *(актуализация):* методика расчета гидропривода; методика расчета пневмопривода

**Теоретический материал**

Гидравлическая навесная система позволяет соединить с трактором навесные, полунавесные и прицепные машины и орудия, а универсальная раздельно-агрегатная гидравлическая система предназначена для управления этими машинами и орудиями. Гидравлическое управление позволяет принудительно заглублять рабочий орган орудия (отвал бульдозера, зубья рыхлителя), особенно при разработке плотных и мерзлых грунтов. Она состоит из гидравлического привода и механизма навески (рисунок 1).

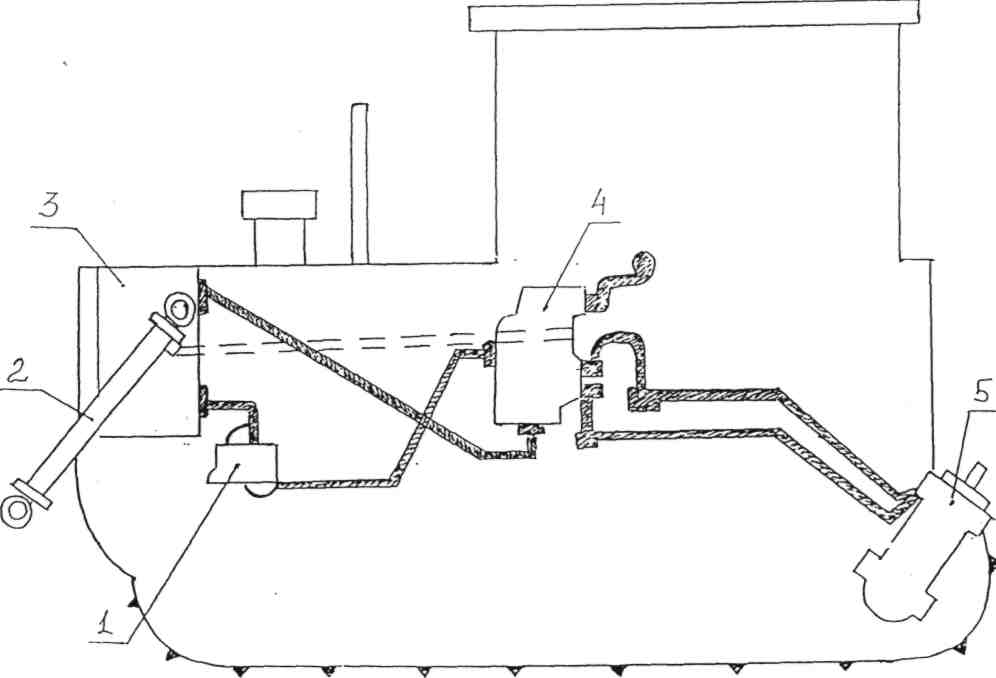


Рисунок 1 - Гидравлическая система трактора Т-10

В гидравлическую систему трактора Т-10 входят: 1 - масляный шестеренчатый насос, 3 - масляный бак, 4 – распределитель, 5 - силовой цилиндр задней навески и маслопроводы высокого и низкого давления с арматурой.

Масло, засасываемое насосом из гидробака 3, нагнетается в распределитель 4, из которого оно поступает в гидроцилиндр и совершает работу подъема навесного орудия. При нейтральном положении рукоятки, золотник гидрораспределителя 4 перекрывает каналы нагнетательной и сливной магистрали и масло от насоса перетекает из распределителя в бак через перепускной клапан. Масляный насос НШ-10 шестеренчатого типа служит для создания рабочего давления в гидросистеме. Насос приводится во вращение от коленчатого вала через редуктор. На стороне камеры всасывания зубья шестерен выходят из зацепления, освобождая пространство, занимаемое ими. В результате этого в камере создаётся разрежение, под действием которого масло засасывается из гидробака и впадинами зубьев переносится в камеру нагнетания. Здесь зубья шестерен входят в зацепление и вытесняют масло под высоким давлением в маслопровод.



Рисунок 2 - Схема шестеренного насоса НШ-10

**Задание 1.** Выполните расчет гидропривода

**Ход работы**

1. Внесите недостающие данные в таблицу 2 – Полные данные для расчета, используя таблицу 1 – **Данные по вариантам для расчета гидропривода,** и переведите значения параметров в систему СИ, приложение Б.

**Таблица 1 – Данные по вариантам для расчета гидропривода**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Диаметр гидроцилиндра,  D(мм) | Ход поршня  гидроцилиндра,  S(мм) | Рабочий объем  насоса,  V(м3) |
| 1 | 100 | 750 | 98,1\*10-6 |
| 2 | 95 | 800 |  |
| 3 | 90 | 780 |  |
| 4 | 110 | 750 | 98,1\*10-6 |
| 5 | 110 | 800 |
| 6 | 140 | 400 |
| 7 | 125 | 210 |  |
| 8 | 130 | 200 |  |
| 9 | 135 | 190 |  |
| 10 | 125 | 250 |  |
| 11 | 120 | 230 | 97,2\*10-6 |
| 12 | 100 | 200 |  |
| 13 | 110 | 240 |  |
| 14 | 115 | 250 |  |
| 15 | 130 | 300 | 97,2\*10-6 |
| 16 | 125 | 280 |  |
| 17 | 90 | 200 |  |
| 18 | 110 | 230 |  |
| 19 | 125 | 250 |  |
| 20 | 120 | 200 |  |
| 21 | 100 | 800 | 95,8\*10-6 |
| 22 | 110 | 780 |  |
| 23 | 90 | 750 |  |
| 24 | 95 | 800 |  |
| 25 | 100 | 750 | 95,8\*10-6 |
| 26 | 125 | 200 |  |
| 27 | 130 | 210 |  |
| 28 | 140 | 300 |  |
| 29 | 135 | 190 |  |

Таблица 2 – Полные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант \_\_\_\_\_\_ | | | |
| Рабочие параметры | Условное обозначение | Значение параметра | Единицы измерения в системе СИ |
| Рабочий объем насоса | Vн | (м3) |  |
| Частота вращения вала насоса | n | 1625 мин-1 |  |
| Объемный кпд насоса | η0 | 0,92 |  |
| Давление масла в гидросистеме | Р | 9,8 Мпа |  |
| Объемный кпд гидрораспределителя | ηø | 0,95 |  |
| Диаметр гидроцилиндра | D | (мм) |  |
| Ход поршня гидроцилиндра | S | (мм) |  |

1. Определите действительную производительность насоса:

Qд=Vн\*(n/60)\*ηο  (м3/с) =

1. Определить теоретическую производительность насоса:

Qт= Qδ/ηø (м3/с)=

1. Определите потребляемую мощность насоса:

N=P\*Qт {Вт)или(КВт)=

1. Определите усилие на штоке

Р =p\*((πD2)/4) (Н)или(КН)=

где р- давление в гидросистеме (Па), D-диаметр поршня (м)

1. Определите объём цилиндра:

V=(πD2)/4)\*S (м3)=

1. Определите время подъема навесного орудия:

t= V/( Qд\* ηø) (с)=

1. Определите скорость перемещение штока:

V=S/t (м/с)=

**Задание 2.** Выполните расчет пневмопривода (рисунок 3):

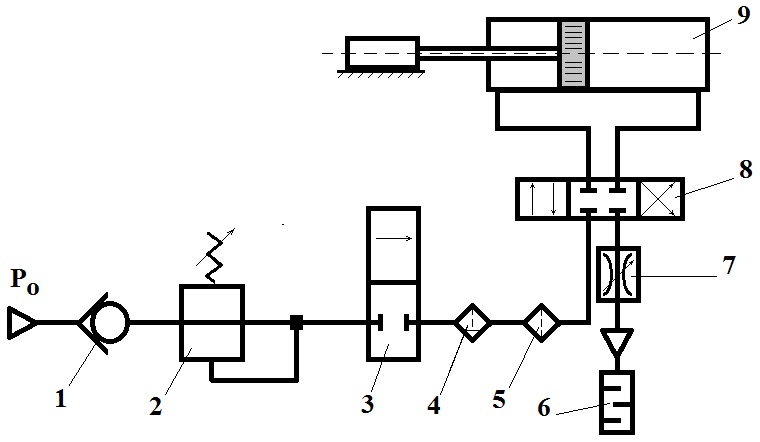


Рисунок 3 – Схема пневмопривода

Сжатый воздух под давлением от компрессора подается через обратный клапан 1, редукционный клапан 2, отсечной кран 3, фильтр-отстойник 4, маслораспылитель 5 и пневмораспределитель 8 в пневмодвигатель 9. Отработанный воздух через распределитель, дроссель 7 и глушитель 6 идет на выхлоп в атмосферу.

**Ход работы**

1. Внесите недостающие данные в таблицу 4 – Полные данные для расчета, используя таблицу 3 – **Данные по вариантам для расчета пневмопривода,** и переведите значения параметров в систему СИ. приложение Б.

**Таблица 3 – Данные для расчёта пневмопривода (по вариантам)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| вариант | l, м | d, мм | Q, м3/ч | D, мм | L, мм | do , мм | V, м/с |
| 1 | 50 | 14 | 6 | 70 | 110 | 10 | 15 |
| 2 | 55 | 16 | 8 | 80 | 125 | 10 | 16 |
| 3 | 60 | 14 | 11 | 90 | 145 | 12 | 17 |
| 4 | 65 | 16 | 15 | 85 | 120 | 12 | 18 |
| 5 | 70 | 18 | 20 | 90 | 140 | 14 | 19 |
| 6 | 75 | 18 | 20 | 120 | 180 | 18 | 20 |
| 7 | 80 | 18 | 20 | 100 | 160 | 15 | 21 |
| 8 | 85 | 20 | 21 | 90 | 150 | 10 | 22 |
| 9 | 90 | 20 | 40 | 120 | 170 | 18 | 23 |
| 10 | 95 | 20 | 6 | 110 | 185 | 18 | 24 |
| 11 | 100 | 22 | 8 | 120 | 180 | 18 | 25 |
| 12 | 105 | 22 | 12 | 130 | 190 | 16 | 15 |
| 13 | 110 | 24 | 16 | 140 | 200 | 16 | 16 |
| 14 | 115 | 22 | 21 | 150 | 210 | 18 | 17 |
| 15 | 50 | 22 | 9 | 160 | 210 | 18 | 18 |
| 16 | 55 | 20 | 10 ' | 150\* | 200 | 16 | 19. |
| 17 | 60 | 16 | 14 | 160 | 210 | 18 | 20 |
| 18 | 65 | 14 | 11 | 110 | 220 | 14 | 21 |
| 19 | 70 | 16 | 15 | 170 | 230 | 18 | 22 |
| 20 | 75 | 18 | 20 | 190 | 240 | 18 | 23 |
| 21 | 80 | 20 | 21 | 180 | 230 | 18 | 24 |
| 22 | 85 | 18 | 22 | 190 | 240 | 18 | 25 |
| 23 | 90 | 20 | 21 | 200 | 250 | 20 | 15 |
| 24 | 95 | 16 | 22 | 210 | 260 | 20 | 16 |
| 25 | 100 | 12 | 23 | 220 | 270 | 20 | 17 |
| 26 | 105 | 14 | 25 | 230 | 280 | 20 | 18 |
| 27 | 110 | 16 | 27 | 240 | 290 | 20 | 19 |
| 28 | 115 | 18 | 27 | 250 | 300 . | 26 | 20 |
| 29 | 50 | 12 | 24 | 260 | 310 | 26 | 21 |
| 30 | 55 | 20 | 22 | 270 | 320 | 26 | 22 |
| 31 | 120 | 25 | 30 | 280 | 400 | 30 | 24 |
| 32 | 125 | 30 | 35 | 300 | 450 | 32 | 26 |
| 33 | 130 | 35 | 40 | 320 | 500 | 34 | 28 |
| 34 | 135 | 40 | 45 | 340 | 550 | 36 | 30 |
| 35 | 140 | 45 | 50 | 350 | 600 | 38 | 32 |

Таблица 4 – Полные данные для расчета

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант \_\_\_\_\_\_ | | | |
| Рабочие параметры | Условное обозначение | Значение параметра | Система СИ |
| Длина трубы | 1 | м |  |
| Внутренний диаметр трубы | d | мм |  |
| Расход воздуха |  | м3/ч |  |
| Диаметр поршня | D | мм |  |
| Ход поршня | L | мм |  |
| Внутренний диаметр воздухопровода | do | мм |  |
| Скорость течения воздуха |  | м/с |  |

2. Рассчитайте:

1. Время срабатывания для пневмоцилиндра одностороннего действия с диаметром поршня D , если ход поршня L, внутренний диаметр воздухопровода d0, скорость течения воздуха :



2). Внутренний диаметр трубы:

где - расход воздуха, м3/с,



- скорость воздуха в трубе, м/с.

3). Потери давления при движении сжатого воздуха по трубе длиной l с внутренним диаметром d, если расход воздуха Q, плотность воздуха 4,67 кг/м3, коэффициент трения воздуха о стенки трубы Кт=2\*10-7.

**=**

3. Ответьте на контрольные вопросы:

1). Назовите параметры приводов

2). Назовите комбинированные приводы

**ЛИТЕРАТУРА**

Основные источники:

1. УхинБ.В., Гусев А.А.**Гидравлика**: учебник /— М.: ИНФРА-М, 2017. — 432 с.
2. Шейпак А.А., **Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа**: Учебник / - 6-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 272 с.

Дополнительные источники:

1. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. **Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод** : учебник /— 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 446 с

Интернет-ресурсы

1. http://[www.proingener.ru/](http://www.proingener.ru/)
2. <http://mirknig.com/knigi/nauka_ucheba/1181379956-gidravlika-nasosy-i-gidroprivody.html>
3. <http://bigtechlib.ru/gidravlika-i-pnevmatika/gidroprivod/>

**Наглядные пособия**

1. Портативная лаборатория «Капелька»
2. Детали и узлы гидро и пневмоприводов

Приложение А

Министерство образования и науки Челябинской области

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**ОТЧЕТ**

по выполнению лабораторных и практических работ

по учебной дисциплине «Гидравлика**»**

выполнил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

группа \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

проверил\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Челябинск, 20\_\_\_\_г.

Приложение Б

**ЛИСТ УЧЕТА ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ темы** | **Наименование работы** | **Объем (час)** | **Оценка** | **Роспись** |
| Тема 1.2 | Практическая работа № 1 Определение гидростатического давления | 2 |  |  |
| Тема 1.3 | Практическая работа №2 Определение потерь напора | 2 |  |  |
| Тема 1.4 | Лабораторная работа № 1 Исследование конструкции и работы насоса. | 2 |  |  |
| Тема 2.1 | Практическая работа №3 Построение диаграмм термодинамических процессов | 2 |  |  |
| Тема 3.1 | Практическая работа №4 Расчет гидро- и пневмоприводов | 2 |  |  |

Приложение В.

Перечень основных, дополнительных и производных физических величин

в системе СИ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Единица измерения | |
| наименование | обозначение | наименование | обозначение |
| Длина, расстояние | *l, s* | метр | м |
| Масса | *m* | килограмм | кг |
| Вес | *G* | Ньютон | Н |
| Время | *t* | секунда | с |
| Термодинамическая температура | *Т* | Кельвин | К |
| Площадь фигуры | *S* | Квадратный метр | м2 |
| Объем | *V* | Кубический метр | м3 |
| длина | *l* | метр | м |
| Диаметр | *d* | метр | м |
| Скорость линейная | *υ* | метр в секунду | м/с |
| Ускорение свободного падения | *g=9,81* | Метр за секунду в квадрате | м/с2 |
| Сила | *F* | ньютон | Н |
| Кинетическая энергия  Потенциальная энергия | *Ек*  *Еп* | Джоуль | Дж |
| Мощность | *N* | ватт | Вт |
| Гидростатическое давление | *р* | паскаль | Па |
| Коэффициент динамической  вязкости  Коэффициент кинематической  вязкости | *µ*  *v* | Паскаль∙секунда  метр в квадратеза  секунду | Па∙с  м2/с |
| Плотность вещества | *ρ* | кг/м3 | кг/м3 |
| Удельный вес | γ | Н/м3 | Н/м3 |
| Сжимаемость:  Коэффициент объемного сжатия  Коэффициент температурного  расширения | *βp*  *β Т* | 1/Па  1/К | Па-1  К-1 |
| Модуль упругости жидкости | *Е* | Паскаль | Па |
| Количество теплоты | *Q* | Джоуль | Дж |
| Расходы жидкости:  Массовый  Объемный  Весовой | *Qm*  *QV*  *QG* | Килограмм за секунду  Кубический метр за секунду  Ньютон за секунду | Кг/с  м3/с  Н/с |
| Энтропия | *s* | Джоуль на Кельвин | Дж/К |
| Энтальпия | *Н* | Джоуль | Дж |

Приложение Г

***Требования к структуре и оформлению отчета***

1. Структура отчета должна содержать:

**-** Тему практической работы (название).

**-** Цель практической работы.

**-** Ход работы.

**-** Вывод.

- Ответы на контрольные вопросы**.**

1. Отчет должен быть оформленна листе формата А4 в программе Word,Шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал 1,5.