

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.15 ГИДРО- И ПНЕВМОПРИВОД**  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
**15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям)  
базовой подготовки**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Автоматизации технологических  
процессов

Председатель: Е.В. Менщикова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик :**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный  
колледж Маргарита Владимировна Афанасьева

Методические указания разработаны на основе рабочей программы  
учебной дисциплины «Гидро- и пневмопривод».

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ .....	4
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	6
Практическая работа 1 .....	6
Практическая работа 2 .....	11
Практическая работа 3 .....	12
Практическая работа 4 .....	15
Практическая работа 5 .....	20
Практическая работа 6 .....	21
Практическая работа 7 .....	24
Практическая работа 8 .....	26

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия и лабораторные работы.

Состав и содержание практических и лабораторных работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным дисциплинам.

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Гидро- и пневмопривод» предусмотрено проведение практических работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- с помощью формул, таблиц и диаграмм определять параметры состояния жидкостей и газов;
- применять основные законы гидростатики и гидродинамики для решения актуальных инженерных задач;
- производить расчет гидравлических потерь энергии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- физические свойства жидкостей;
- рабочие жидкости гидроприводов;
- параметры состояния рабочих жидкостей;
- основные законы гидростатики, гидродинамики;
- назначение, конструкцию и принцип действия объемных насосов;
- назначение, конструкцию и принцип действия гидравлической и пневматической аппаратуры;
- назначение, конструкцию и принцип действия гидравлического и пневматического приводов;

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей программы подготовки специа-

листов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.2 – Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:

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.

Выполнение студентами **практических работ** по учебной дисциплине «Гидро- и пневмопривод» направлено на

*- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;*

*- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;*

*- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;*

*- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;*

*- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;*

*- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.*

Продолжительность выполнения практической работы составляет не менее двух академических часов и проводится после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1. Основные свойства и параметры жидкости

#### Практическая работа 1

#### Измерение кинематического коэффициента вязкости жидкости вискозиметром

##### Формируемые компетенции:

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.

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.2 – Контролировать и анализировать функционирование параметров систем в процессе эксплуатации.

**Цель работы:** Формирование умений пользоваться прибором для измерения вязкости жидкости ВПЖ-2

##### Выполнив работу, Вы будете уметь:

- определять параметры состояния рабочих жидкостей;
- применять основные законы гидростатики и гидродинамики для решения актуальных инженерных задач;

##### Материальное обеспечение:

1. Оборудование, инструменты, материалы, таблицы, схемы, справочники, и др.
2. Прибор для определения вязкости масла – вискозиметр типа ВПЖ – 2 ГОСТ 10028-67;
3. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ

##### Задание:

1. Изучение вискозиметра типа ВПЖ-2 для измерения вязкости жидкости
2. Выполнение конспекта с изображением прибора, его конструкцией и принципом работы

### Краткие теоретические сведения:

Вязкость играет существенную роль при перекачивании жидкости по трубам, при работе различных машин и механизмов.

Вязкость жидкостей измеряют при помощи вискозиметров. Наиболее распространенным является вискозиметр Энглера, который представляет собой сосуд диаметром 106 мм, с короткой трубкой диаметром 2,8 мм, встроенной в дно. Время  $t$  истечения 200 см<sup>3</sup> испытуемой жидкости из вискозиметра через эту трубку под действием силы тяжести, деленное на время  $t_{\text{вод}}$  истечения того же объема дистиллированной воды при 20 °С, выражает вязкость в условных единицах — в градусах Энглера (рис. 1.):

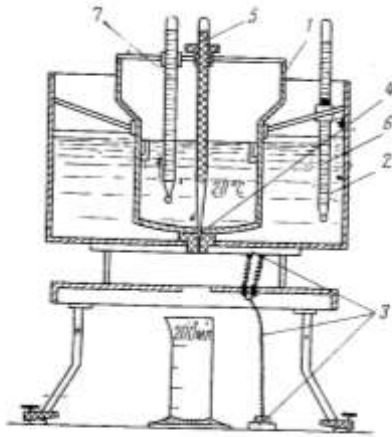


Рис. 3. Вискозиметр Энглера  
1 — сосуд с испытуемой жидкостью; 2 — водяная баня; 3 — нагревательный прибор; 4 — калиброванное отверстие; 5 — запорная игла; 6, 7 — термометры

Рис. 1. Схема вискозиметра

Вискозиметр ВПЖ-2 представляет V-образную трубку, в колено 1 которой впаивают капилляр 7. При измерении вязкости жидкость из резервуара 4 течет по капилляру 7 в расширение 6.

Вискозиметр заполняют следующим образом: на отводную трубку 3 надевают резиновый шланг. Далее, зажав пальцем колено 2 и повернув вискозиметр, отпускают колено 1 в сосуд с жидкостью и засасывают ее (с помощью груши, водоструйного насоса или иным способом) до отмет-

ки М2, следя за тем, чтобы в жидкости не образовались пузырьки воздуха.

В тот момент, когда уровень жидкости достигнет отметки М2, вискозиметр вынимают из сосуда и быстро переворачивают в нормальное положение. Снимают с внешней стороны конца колена 1 избыток жидкости и надевают на него резиновую трубку.

Вискозиметр устанавливают в термостат так, чтобы расширение 5 было ниже уровня жидкости в термостате не менее 15 минут при заданной температуре засасывают жидкость в колено 1, примерно до одной трети высоты расширения 5. Сообщают колено 1 с атмосферой и определяют время опускания мениска жидкости от отметки М1 до отметки М2.

Кинематическую вязкость ( $\nu$ ), измеряемую с помощью вискозиметра, определяют по формуле:

$$\nu = \alpha \frac{g}{9,807} \tau,$$

где  $\alpha$  – постоянная вискозиметра, м<sup>3</sup>/с<sup>3</sup> (приведена в паспорте прибора);

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\tau$  – время, с.

Единицей измерения коэффициента динамической вязкости  $\rho$ , является паскаль-секунда [Па с]. Используется также единица измерения пауз [П] системы единиц СГС1: 1 П = 0,1 Па с.

Единицей коэффициента кинематической вязкости  $\nu$  служит м<sup>2</sup>/с; применяют также единицу СГС стоке [Ст]: 1 Ст = 1 см<sup>2</sup>/с = 1СН м<sup>2</sup>/с.

Сотая доля стока называется сантистоксом (сСт).

Вязкость зависит от температуры, причем характер этой зависимости для жидкостей и газов различен: вязкость жидкостей с увеличением температуры уменьшается, тогда как вязкость газов, наоборот, увеличивается (рис. 2).

---

*1 Система единиц СГС (сантиметр-грамм-секунда, СГА) является системой механических величин. Основными единицами этой системы являются: сантиметр — единица длины, грамм — единица массы, секунда — единица времени.*



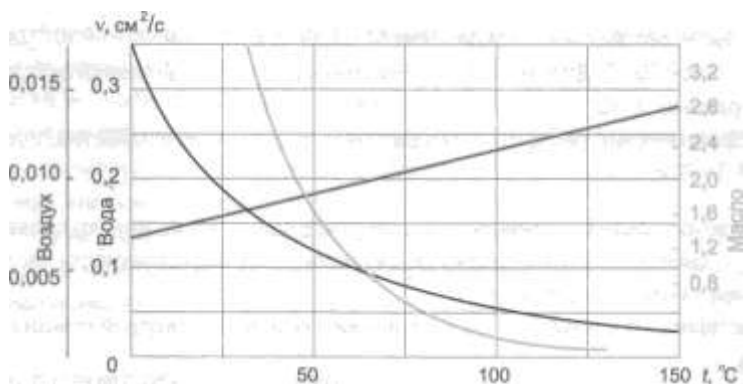
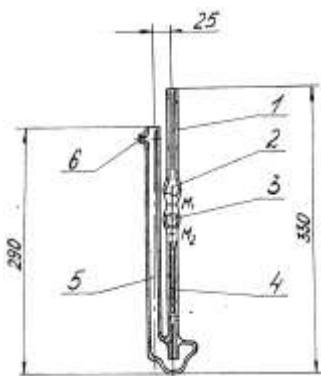


Рис. 2. Зависимость кинематической вязкости от температуры

Это объясняется различием природы вязкости в жидкостях и газах. В жидкостях молекулы расположены гораздо ближе друг к другу, чем в газах, и вязкость вызывается силами молекулярного сцепления. Эти силы с увеличением температуры уменьшаются, поэтому вязкость падает. В газах же вязкость обусловлена, главным образом, беспорядочным тепловым движением молекул, интенсивность которого увеличивается с повышением температуры.

Вязкость жидкостей зависит также и от давления, однако эта зависимость существенно проявляется лишь при относительно больших изменениях давления (в несколько десятков мегапаскалей). С увеличением давления вязкость большинства жидкостей возрастает.

Вискозиметр стеклянный капиллярный типа ВПЖ-2 (Рис. 3)



### Рисунок 3 – Вискозиметр стеклянный капиллярный типа ВПЖ-2

Вискозиметр стеклянный капиллярный типа ВПЖ-2 (см. рисунок 3) представляет собой U-образную трубку, в колено (1) которой впаян капилляр (4).

**Измерение вязкости** при помощи капиллярного вискозиметра основано на определении времени истечения через капилляр определенного объема жидкости из измерительного резервуара.

**Подготовка к работе.** Перед определением вязкости жидкости вискозиметр должен быть тщательно промыт и высушен. Вискозиметр вначале необходимо промыть несколько раз бензином, затем петролейным эфиром. После растворителя промыть водой и залить не менее чем на 5 – 6 часов хромовой смесью. После этого вискозиметр промывают дистиллированной водой и сушат. Для более быстрой сушки вискозиметр можно промыть спиртом-ректификатом или ацетоном.

**Хромовая смесь** – смесь равных объемов насыщенного раствора дихромата калия и концентрированной серной кислоты, сильный окислитель; применяется для мытья сильно загрязненной химической посуды.

**Порядок работы.** Для измерения времени истечения жидкости на отводную трубку (6) надевают резиновый шланг. Далее, зажав пальцем колено (5) и перевернув вискозиметр, опускают колено (1) в сосуд с жидкостью и засасывают ее (**с помощью груши**, водоструйного насоса или иным способом) до отметки  $M_2$  резервуара, следя за тем, чтобы в жидкости не образовывалось пузырьков воздуха.

В тот момент, когда уровень жидкости достигнет отметки  $M_2$  резервуара (5), вискозиметр вынимают из сосуда и быстро переворачивают в нормальное положение. Снимают с внешней стороны конца колена (1) избыток жидкости и надевают на него резиновую трубку.

Вискозиметр устанавливают в термостат так, чтобы резервуар (2) был ниже уровня жидкости в термостате. После выдержки в термостате не менее 15 минут при заданной температуре засасывают жидкость в колено (1) примерно до одной трети высоты резервуара (2). Сообщают колено (1) с атмосферой и определяют время опускания мениска жидкости от отметки  $M_1$  до отметки  $M_2$ .

Вязкость вычисляют по формуле:

$$\eta_{отж} = \frac{\eta}{\eta_0} \approx \frac{\tau}{\tau_0}$$

по среднему (из нескольких измерений) времени истечения жидкости.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Изучить конструкцию вискозиметра.
3. Записать в тетрадь название и назначение каждого элемента.
4. Записать принцип работы с прибором
7. Выполнить отчет

### **Ход работы:**

1. Выполнить конспект с изображением прибора
2. Защитить практическую работу

### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы, рисунок прибора. Выводы предоставить в письменной форме.

### **Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## **Практическая работа 2 Выбор рабочей жидкости**

### **Формируемые компетенции:**

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.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

**Цель работы:** Изучить алгоритм выбора рабочей жидкости

### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры состояния рабочих жидкостей;
- применять основные законы гидростатики и гидродинамики для решения актуальных инженерных задач;
- производить расчёт гидравлических потерь энергии.

**Материальное обеспечение:**

1. Оборудование, инструменты, материалы, таблицы, схемы, справочники, и др.
2. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ

**Задание:**

1. Знакомство с основными факторами, влияющими на выбор рабочей жидкости
2. Выучить алгоритм выбора рабочей жидкости

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания по выполнению работы.
2. Получить у преподавателя исходные данные для выполнения работы в соответствии с вариантом.
3. Составить требования к рабочей жидкости по полученным данным.
4. Записать в тетрадь

**Ход работы:**

1. Выполнить задание преподавателя.
2. Защитить практическую работу

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы, рисунок прибора.. Выводы предоставить в письменной форме.

**Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

**Тема 1.2. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики****Практическая работа 3  
Изучение приборов для измерения давления****Формируемые компетенции:**

- ОК 3 – Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
- ОК 4 – Осуществлять поиск и использование информации, необ-

ходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

### **Цель работы:**

Формирование умений пользоваться приборами, позволяющими определять основные физические свойства жидкости

### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- определять параметры состояния рабочих жидкостей;
- применять основные законы гидростатики и гидродинамики для решения актуальных инженерных задач;
- производить расчёт гидравлических потерь энергии.

### **Материальное обеспечение:**

1. Оборудование, инструменты, материалы, таблицы, схемы,
2. Жидкостный прибор из серии «КАПЕЛЬКА» для измерения давления, методические указания
3. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ

### **Задание:**

1. Знакомство с прибором
2. Выполнить отчет

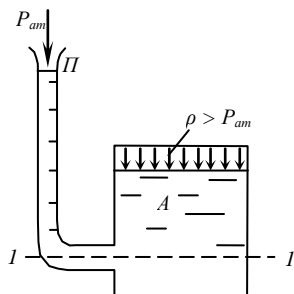
### **Краткие теоретические сведения:**

#### *Приборы для измерения давления*

Для измерения давления в жидкости служат приборы различной конструкции. По принципу действия их делят на *жидкостные* и *механические*. Они измеряют не абсолютное давление, а разность давлений, так как являются дифференциальными приборами. Так, манометры измеряют разность полного и атмосферного давлений; вакуумметры – разность атмосферного и полного давлений; дифференциальные манометры – разность давлений в двух произвольных точках.

#### *Жидкостные приборы*

а) *Пьезометр* – является простейшим измерителем давления. Он представляет собой тонкую прозрачную трубку с внутренним диаметром 10-15 мм, присоединенную к сосуду с жидкостью, где измеряется давление, и открытую с другого конца. Пьезометром измеряется манометрическое давление, высота которого определяется пьезометрической высотой  $h$ . Удобный для измерения небольших давлений (до 0,5 атм.) (рис. 4).



$$h = \frac{P}{\rho g}$$

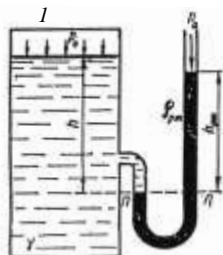


Рис 5

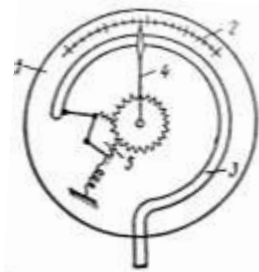


Рис 6

Рис. 4

б) *Ртутные манометры* показывают разность между давлением в сосуде и атмосферным схема установки показана на рис. 5.

Жидкостные приборы обладают большей точностью и чувствительностью. Но применение их ограничено областью небольших давлений (до 3 атм.)

*Пружинные манометры* используют для измерения больших давлений; они могут быть различных типов. Разберем принцип работы пружинного манометра, схема которого показана на рис. 6.

Манометр свободным концом трубки присоединяется к жидкости в точке, где измеряется давление. При увеличении давления трубка (3) стремится разогнуться или сжаться при уменьшении давления. С помощью передаточно-

го механизма (5) приводится в движение стрелка (4), которая на шкале (2) показывает определенную величину давления. Шкала предварительно должна быть протарирована. Заметим, что пружинным манометром измеряется давление, превышающее атмосферное то есть манометрическое давление.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить приборы для измерения гидростатического давления
2. Выполнить расчет на выявление погрешности
3. Оформить отчет

**Ход работы:**

1. Выполнить задание преподавателя.
2. Защитить практическую работу

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе должен содержать название и цель работы, описание хода работы, рисунок прибора.. Выводы предоставить в письменной форме.

**Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## Тема 1.5. Гидродинамика

### Практическая работа 4

#### Решение задач на определение параметров потока

**Формируемые компетенции:**

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.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

**Цель работы:** формирование умений решения задач на определение параметров потока

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

- решать задачи с использованием основного уравнения гидродинамики и законов, описывающих режимы движения жидкости.

### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ

### **Задание:**

#### *Решите задачи*

1. Определите среднюю скорость движения жидкости в трубе  $\varnothing$  80 мм, заполненной полным сечением при пропуске расхода воды 1,2 л/с.

2. Определите массовый расход горячей воды в трубопроводе с внутренним диаметром 520 мм если известно, что скорость воды 3,4 м/с и плотность 922 кг/м<sup>3</sup>.

3. Определите среднюю скорость и расход жидкости в сечении большего диаметра конической трубы, если  $d_1 = 400$  мм,  $d_2 = 200$  мм и средняя скорость в сечении меньшего диаметра  $v_2 = 1,0$  м/с.

4. Определите расход воды в трубе  $D = 400$  мм, если диаметр цилиндрической вставки водомера Вентури  $d = 220$  мм; разность напоров в большом и малом сечениях  $h = 0,3$  м и коэффициент  $\xi = 0,98$ .

5. Определите режим движения воды в трубе  $d=300$  мм при скорости движения  $V = 0,65$  м/с.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu=1,01 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

6. Определите скорость истечения и расход воды из бака через круглое отверстие  $\varnothing$  10 см, если превышение уровня воды над центром отверстия  $H = 5$  м. коэффициент расхода  $\mu_n = 0,62$ .

7. Стальной трубопровод длиной 1000 м закрывается в течении  $t = 1,8$  с. Скорость движения воды в трубопроводе  $V = 2,5$  м/с. Определите увеличение давления.

8. Определите скорость истечения и расход воды через круглое отверстие в тонкой стенке резервуара, если напор над центром отверстия  $H = 10$  м, диаметр отверстия  $d = 100$  мм.

9. Подберите площадь живого сечения канала прямоугольного сечения для пропуска  $Q = 400$  л/с при средней скорости  $v = 55$  см/с.

10. Весовой расход жидкости в насосе составляет 800Н/с,  $t = 10$  мин,  $g = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Определить объем жидкости, израсходованной за это же время.

### **Краткие теоретические сведения:**

#### *Примеры решения задач*



1. Подберите площадь живого сечения канала прямоугольного сечения для пропуска  $Q = 486$  л/с при средней скорости  $V = 72$  см/с.

<p><i>Дано:</i>  <math>Q_v = 486</math> л/с = <math>4,86</math> м<sup>3</sup>/с  <math>V = 72</math> см/с = <math>0,72</math> м/с  <math>w = ?</math></p>	<p style="text-align: right;"><i>Решение</i></p> <p>1. Определяем площадь живого сечения из формулы          объемного расхода потока:  <math>Q_v = V \cdot w</math>  <math>w = \frac{Q_v}{V} = \frac{4,86}{0,72} = 6,75</math> м<sup>2</sup></p>
---	---

2. Определите массовый расход горячей воды в трубопроводе с внутренним диаметром  $d = 412$  мм, если известно, что скорость воды  $V = 3$  м/с и плотность  $\rho_в = 917$  кг/м<sup>3</sup>.

<p><i>Дано:</i>  <math>d = 412</math> мм = <math>0,412</math> м  <math>V = 3</math> м/с</p>	<p style="text-align: right;"><i>Решение</i></p> <p>1. Определяем объемный расход:  <math>Q_v = V \cdot w = V \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,412^2}{4} = 0,45</math> м<sup>3</sup>/с</p> <p>2. Определяем массовый расход:  <math>Q_m = Q_v \cdot \rho_в = 0,45 \cdot 917 = 412,6</math> кг/с</p>
---	---

3. Определите расход воды в трубе  $D = 200$  мм, если диаметр цилиндрической вставки водомера Вентури  $d = 100$  мм; разность напоров в большом и малом сечениях  $h = 0,5$  м и коэффициент  $\xi = 0,98$ .

<p><i>Дано:</i>  <math>D = 200</math> мм = <math>0,2</math> м  <math>d = 100</math> мм = <math>0,1</math> м  <math>h = 0,5</math> м  <math>\xi = 0,98</math>  <math>Q_в = ?</math></p>	<p style="text-align: right;"><i>Решение</i></p> <p>1. Определяем постоянную водомера:  <math>K = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{2g}{\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1}}</math>  <math>K = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{\left(\frac{0,2}{0,1}\right)^2 - 1}} = 0,036</math> м<sup>3</sup>/с</p> <p>2. Определяем расход воды в трубе:  <math>Q_в = \xi \cdot K \sqrt{h} = 0,98 \cdot 0,036 \cdot \sqrt{0,5} = 0,025</math> м<sup>3</sup>/с</p>
--	--

4. Определите режим движения воды в трубе  $d = 100$  мм при скорости движения  $v = 0,51$  м/с.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1,01 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с.

*Дано:*  
 $d = 100$  мм = 0,1 м  
 $v = 0,51$  м/с  
 $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с  
 $R_e = ?$   
 Движения

*Решение*

1. Для определения режима движения вычисляем число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{0,51 \cdot 0,1}{1,01 \cdot 10^{-6}} = 51000$$

*Вывод:*  $R_e > R_{e\text{кр}}$ , т.е.  $51000 > 23000$ , режим турбулентный.

5. Определите расход воды, вытекающей через внешний цилиндрический насадок диаметром 10 см, если напор 2 м. При установившемся движении ( $H = \text{const}$ ). Как изменится расход, если насадок заменить малым отверстием такого же диаметра в тонкой стенке? Коэффициент расхода  $\mu_{\text{нас}} = 0,82$ ,  $\mu_{\text{отв}} = 0,62$ .

*Дано:*  
 $d_n = 10$  см = 0,1 м  
 $\mu_{\text{нас}} = 0,82$   
 $H = 2$  м  
 $0,82 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = 0,0403 \text{ м}^3/\text{с}$   
 $\mu_{\text{отв}} = 0,62$   
 $Q_{\text{нас}} = ?$   
 $Q_{\text{отв}} = ?$   
 $\Delta Q = ?$

*Решение*

1. Определяем расход через насадок:

$$Q_{\text{нас}} = \mu_n \cdot \omega \sqrt{2gH};$$

$$Q_{\text{нас}} =$$

2. Определяем расход через отверстие:

$$Q_{\text{отв}} = \mu_{\text{отв}} \cdot \omega \sqrt{2gH};$$

$$Q_{\text{отв}} = 0,62 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = 0,0304 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. Определяем изменение расхода:

$$\Delta Q = \frac{Q_{\text{нас}}}{Q_{\text{отв}}} = \frac{\mu_{\text{нас}}}{\mu_{\text{отв}}} = \frac{0,82}{0,62} = 1,32$$

*Вывод:* Расход через насадок в 1,32 раза больше расхода через отверстие.

6. Стальной трубопровод длиной 1200 м закрывается в течение 2 секунд. Скорость движения воды в трубопроводе  $V=3\text{ м/с}$ . Определите увеличение давления.

*Дано*

$$L = 1200 \text{ м}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$C = 1000 \text{ м/с}$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

$$\Delta p_{\max} = ?$$

*Решение*

1. Найдем фазу гидравлического удара:

$$T = \frac{2L}{C} = \frac{2 \cdot 1200}{1000} = 2,4 \text{ с.}$$

Т.к.  $\tau < T$ , то увеличение давления достигает максимального значения.

2. Определяем увеличение давления по формуле:

$$\Delta p = \rho \cdot C v \cdot \frac{T}{\tau} = 1000 \cdot 1000 \cdot 3 \frac{2,4}{2,0} = 3,6$$

МПа.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Решить задачи, согласно задания

#### **Ход работы:**

1. Выполнить задание
2. Защитить практическую работу

#### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

#### **Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## Тема 1.6 Движение жидкости в напорных трубопроводах

### Практическая работа 5

#### Решение задач на определение потерь напора

##### Формируемые компетенции:

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 личного развития.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

**Цель работы:** формирование умений решения задач на определение потерь напора

##### Выполнив работу, Вы будете уметь:

решать задачи на определение потерь напора

–

##### Материальное обеспечение:

1. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ

Исходные данные:

1. Гидравлическая схема гидропривода
2. Диаметр трубы, давление, расход

##### Задание:

1. Определите линейные и местные потери напора при движении реальной рабочей жидкости в трубе.

№ вар.	Q, л/мин	РЖ	Диаметр трубы, мм	V, м/с	Вязкость, мм <sup>2</sup> /с	Давление, МПа
1	58	ИС12	10	5,8	10	5
2	60	ИС20	17	2,8	17	8
3	62	ИС30	27	4,8	27	10
4	42	ИС45	38	5	38	12

5	40	ИС50	42	5,2	42	14
6	45	Инд.12	10	3,6	10	16
7	42	Инд.20	17	4,2	17	5
8	40	Инд.30	27	3,8	27	8
9	38	Инд.45	38	5	38	10
10	48	Инд.50	42	5,2	42	12
11	46	ИС45	52	3,6	52	14
12	36	ИС50	58	4,2	58	16
13	45	Инд.12	14	3,8	14	18
14	42	Инд.50	42	5,2	17	14
15	40	ИС45	52	3,6	27	10

### **Порядок выполнения работы:**

1. Решить задачи, согласно заданию

#### **Ход работы:**

1. Выполнить задание
2. Защитить практическую работу

#### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

#### **Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## **Тема 2.1 Гидравлические машины**

### **Практическая работа 6**

#### **Экспериментальное исследование шестеренного насоса при различных частотах вращения вала насоса**

#### **Формируемые компетенции:**

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 личного развития.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического

управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

**Цель работы:**

формирование умений определения основных параметров работы шестеренных насосов.

**Выполнив работу, Вы будете уметь:**

– определять основные параметры работы насосов

**Материальное обеспечение:**

Методические указания к проведению практической работы, раздаточный материал

**Задание:**

Определение основных параметров шестеренного насоса

**Порядок выполнения работы**

1. Изучите основные параметры работы насосов (самостоятельная работа с учебным пособием).

2. По данным в табл. 1 параметрам элементов произведите расчет основных параметров работы насосов.

Таблица 1

Диаметр поршня (D), мм	0,2
Ход поршня (h), м	0,3
Диаметр штока (d), м	0,04
Частота вращения вала (n), с <sup>-1</sup>	1
Длина стороны зуба (b), мм	14
Число зубьев шестерни (Z)	28
Площадь рабочей части зуба (S), мм <sup>2</sup>	0,54
Радиус внутренней поверхности статора, (r), мм	30
Эксцентриситет (l), м	0,15
Толщина пластины (б), мм	3
Ширина пластины в осевом направлении (в), мм	20
Угол наклона пластин к радиусу ( $\alpha$ ), 0	0-15
Число цилиндров	5

3. Результаты вычислений занесите в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование насоса	Теоретическая подача насоса (Q <sub>T</sub> ), м <sup>3</sup> /с	Действительная подача (Q <sub>g</sub> ), м <sup>3</sup> /с	Теоретический полный напор (H <sub>T</sub> ), м	Действительный напор (H <sub>g</sub> ), м	Полезная мощность (N <sub>пол</sub> ), Вт	Потребляемая мощность (N <sub>п</sub> ), Вт	Полный КПД насоса ( $\eta$ )
2	Шестеренный							

4. Сформулируйте вывод.

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## Тема 2.3 Гидропривод и гидропередача

### Практическая работа 7

#### Составление принципиальной гидравлической схемы объемного гидропривода

##### **Формируемые компетенции:**

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

##### **Цель работы:**

систематизация, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний

##### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

– составлять принципиальные гидравлические схемы объемных гидроприводов

##### **Материальное обеспечение:**

Методические указания к проведению практической работы, раздаточный материал, стандарты

##### **Задание:**

Составить принципиальную схему гидропривода:



Вариант	Задание
1	Объемный гидропривод поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем
2	Объемный гидропривод поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем
3	Объемный гидропривод вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем
4	Объемный гидропривод комбинированного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем
5	Объемный гидропривод вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и секционным распределителем
6	Объемный гидропривод поворотного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и трехпозиционным распределителем
7	Объемный гидропривод вращательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и дроссельным регулированием
8	Объемный гидропривод вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости и объемным регулированием (регулируемый насос)
9	Объемный гидропривод поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и дроссельным регулированием
10	Объемный гидропривод вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости и объемным регулированием (регулируемый гидродвигатель)

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с условными графическими обозначениями основных элементов объемного гидропривода по ГОСТ 2.780-96, ГОСТ 2.781-96, ГОСТ 2.782-96, ГОСТ 2.784-96.
2. Ознакомиться с типовыми гидравлическими схемами объемного гидропривода и их работой.
3. Составить гидравлическую схему объемного гидропривода по заданию своего варианта (указанного преподавателем)
4. Описать устройство гидропривода и его принцип действия
5. Оформить отчет

### **Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

### **Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе

## **Тема 3.1 Пневматические двигатели, элементы управления и контроля**

### **Практическая работа 8 Решение задач на тему «Свойства газов»**

#### **Формируемые компетенции:**

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.

ПК 2.1 – Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

ПК 3.1 – Выполнять работы по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологического процесса;

**Цель работы:** формирование умений решения задач на определение свойств газа

#### **Выполнив работу, Вы будете уметь:**

решать задачи на определение свойств газа

–

#### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания по выполнению практических и работ

**Задание:** Решить задачи:

1. Определить плотность воздуха при нормальных физических и стандартных условиях. Универсальная газовая постоянная для воздуха  $R = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .
2. Два кислородных баллона одинакового объема соединены трубопроводом. Определить давление, которое установится в баллонах при температуре  $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , если до соединения параметры газа в первом баллоне были:  $p_1 = 8 \text{ МПа}$  и  $t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , а во втором -  $p_2 = 6 \text{ МПа}$  и  $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
3. Определить расход метана в газопроводе диаметром  $d = 800 \text{ мм}$ , если скорость газа  $v = 15 \text{ м/с}$ , абсолютное давление  $p = 5 \text{ МПа}$ , а температура  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Универсальная газовая постоянная метана  $R = 518,3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .
4. В цилиндре под поршнем находится воздух при манометрическом давлении  $0,02 \text{ МПа}$ . Определить перемещение поршня и давление в конце процесса изотермического сжатия, если на поршень дополнительно действует груз массой  $5 \text{ кг}$ . Диаметр поршня  $d = 100 \text{ мм}$ . Высота начального положения поршня  $h = 500 \text{ мм}$ .
5. В баллоне находится углекислота, манометрическое давление которой  $p_{m1} = 2,9 \text{ МПа}$ , а температура  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ . Определить изменение давления и температуры в баллоне, если из него выпустить половину (по массе) углекислоты. Процесс расширения газа в баллоне считать адиабатическим с показателем адиабаты  $k = 1,285$ .

**Порядок выполнения работы:**

1. Решить задачи, согласно заданию

**Ход работы:**

1. Выполнить задание
2. Защитить практическую работу

**Форма представления результата:**

Отчет о проделанной работе

**Критерии оценки:**

Выполненное задание, оценивается по «5» системе