

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 ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ОП.12 ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПРИВОД  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
Механического и гидравлического  
оборудования

Председатель: О.А. Тарасова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик**

В.И. Шишняева,  
преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Гидравлика и гидропривод».

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	2
1 Паспорт учебной дисциплины .....	4
2 Тематический план учебной дисциплины .....	6
3 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы .....	10
4 Варианты контрольной работы.....	19
5 Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету .....	26
Приложение А	
Образец оформления титульного листа контрольной работы .....	29
Приложение Б	
Образец оформления содержания контрольной работы .....	30

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания для студентов заочной формы обучения по учебной дисциплине «Гидравлика и гидропривод» предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям).

Самостоятельная работа при заочной форме обучения является основным видом учебной деятельности и предполагает следующее:

- самостоятельное изучение теоретического материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины и включают варианты контрольной работы для студентов заочной формы

Цель методических указаний – помочь студентам при самостоятельном освоении программного материала и выполнении домашней контрольной работы.

Методические указания включают:

1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины.
2. Тематический план учебной дисциплины.
3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
4. Варианты контрольной работы
5. Задания для дифференцированного зачета.
6. Образец оформления титульного листа контрольной работы
7. Образец оформления содержания контрольной работы.

Наряду с настоящими методическими указаниями студенты заочной формы обучения должны использовать учебно-методическую документацию по учебной дисциплины, включающую рабочую программу; методические указания для самостоятельной работы; методические указания для практических занятий; учебное пособие.

### **Образовательный маршрут**

Рабочим учебным планом для студентов заочной формы обучения предусматриваются теоретические и практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Обзорные лекции проводятся по сложным для самостоятельного изучения темам программы и должны помочь студентам систематизировать результаты самостоятельных занятий.

Проведение практических занятий ориентировано на закрепление теоретических знаний, полученных при самостоятельном изучении и на

обзорных лекциях, и приобретение необходимых компетенций по изучаемой дисциплине.

Обязательным условием освоения дисциплины является выполнение одной контрольной работы. Методические указания устанавливают единые требования к выполнению и оформлению контрольной работы. Если в ходе самостоятельного изучения дисциплины, при выполнении контрольной работы у Вас возникают трудности, то Вы можете прийти на консультации к преподавателю, которые проводятся согласно графику.

По итогам изучения дисциплины проводится дифференцированный зачет. Перечни вопросов и варианты заданий представлены в разделе 5.

# 1 ПАСПОРТ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Гидравлика и гидропривод» является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)., входящей в состав укрупненной группы специальностей 15.00.00 Metallургия, машиностроение и металлообработка.

Учебная дисциплина «Гидравлика и гидропривод» относится к общепрофессиональные дисциплины профессионального цикла

## 1.2 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся *должен уметь*:

- определять параметры состояния рабочих жидкостей;
- применять основные законы гидростатики и гидродинамики для решения актуальных инженерных задач;
- производить расчёт 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 аппаратуры;
- назначение, конструкцию и принцип действия гидравлического привода.

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.2 Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Участвовать в работах по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:

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

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

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

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

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

### **1.3 Количество часов на освоение программы дисциплины**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 96 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 12 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 84 часов.

## 2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Основы гидравлики

#### Тема 1.1 Физические свойства жидкостей

**Основные понятия и термины по теме:** гидравлика, гидростатика, гидродинамика, жидкость, плотность, удельный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость.

*План изучения темы:*

1. Классификация и основные физические свойства рабочих жидкостей.
2. Физический смысл, определение, единицы измерения.
3. Приборы для определения физических свойств жидкости

#### Тема 1.2 Основы гидростатики

**Основные понятия и термины по теме:** гидростатика, давление, поршень, уравнение гидростатики, гидростатический парадокс.

*План изучения темы:*

1. Гидростатика.
2. Гидростатическое давление: его свойства и единицы измерения
3. Приборы для измерения давлений. Закон сообщающихся сосудов.
4. Виды давления.
5. Единицы измерения давления. Закон Архимеда.
6. Решение задач на вычисление давления, на применение законов Паскаля и Архимеда

*Практические занятия*

1. Практическое применение уравнения гидростатики

#### Тема 1.3

##### Гидродинамика

**Основные понятия и термины по теме:** гидродинамика, элементарная струя, число Рейнольдса, водомер Вентури, расход жидкости, линейная скорость.

*План изучения темы:*

1. Гидродинамика.
2. Виды движения жидкости.



3. Понятие линии тока элементарной струйки. Поток и его характеристики.
4. Уравнение неразрывности потока.
5. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса.
6. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока идеальной (невязкой) жидкости.
7. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Истолкование уравнения Бернулли.
8. Практическое применение уравнения Бернулли.
9. Водомер Вентури.
10. Решение задач на определение параметров потока

#### **Тема 1.4.**

#### **Движение жидкости в напорных трубопроводах**

**Основные понятия и термины по теме:** ламинарное движение жидкости, турбулентное движение, уравнение напор, трубопровод, гидравлический удар, кавитация.

##### *План изучения темы:*

1. Линейные и местные потери напора.
2. Классификация трубопроводов.
3. Потери напора и давления при движении жидкостей по трубам.
4. Виды местных сопротивлений. Расчет простых трубопроводов. Расчет линейных и местных потерь напора.
5. Гидравлический удар в трубах, причины возникновения.
6. Кавитация в трубопроводах: признаки, причины возникновения, способы предотвращения.

### **Раздел 2. Гидравлические машины и гидропривод**

#### **Тема 2.1**

#### **Гидравлические машины**

**Основные понятия и термины по теме:** гидродвигатели, насос, гидропривод.

##### *План изучения темы:*

1. Гидравлические машины.

2. Классификация гидравлических машин по энергетическому и конструктивному признакам.
3. Классификация гидравлических машин по конструктивным признакам и свойствам перемещаемой среды.
4. Рабочие жидкости для гидроприводов.

## **Тема 2.2**

### **Объемные гидравлические насосы**

**Основные понятия и термины по теме:** насосы, обратимость, реверс, давление, производительность, напор, расход.

#### ***План изучения темы:***

1. Объемные гидравлические насосы.
2. Область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности.
3. Основные параметры работы насосов

#### ***Практические занятия***

1. Определение основных параметров шестеренных насосов

## **Тема 2.3**

### **Гидродвигатели**

**Основные понятия и термины по теме:** гидродвигатель, гидроцилиндр, шток, плунжер, вал, плунжерный гидроцилиндр, телескопический гидроцилиндр.

#### ***План изучения темы:***

1. Назначение и классификация гидродвигателей.
2. Гидроцилиндры, схемы гидроцилиндров, область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности.
3. Гидромоторы, область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности.

## **Тема 2.4**

### **Гидроаппаратура**

**Основные понятия и термины по теме:** гидроаппарат, гидроклапан, распределитель, гидродроссель, запорнорегулирующий элемент.

#### *План изучения темы:*

1. Назначение и классификация гидроаппаратуры.
2. Классификация, назначение и принцип действия золотниковых распределителей.
3. Конструкция, конструктивные схемы, принцип работы и область применения напорных, редуционных, обратных и наполнительных клапанов.
4. Назначение и конструкция дросселей.
5. Вспомогательная гидроаппаратура, назначение ее и принцип действия.

## **Тема 2.5**

### **Гидропривод и гидропередача**

**Основные понятия и термины по теме:** гидропривод, гидропередача, рабочая жидкость, объемный гидропривод.

#### *План изучения темы*

1. Общие сведения об объемном гидроприводе.
2. Блок схема гидропривода. Достоинства и недостатки гидропривода.
3. Устройство и принцип действия объемного гидропривода возвратно-поступательного движения.
4. Устройство и принцип действия гидропривода поворотного движения.
5. Устройство и принцип действия гидропривода вращательного движения.

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа является наиболее значимым элементом самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения. Выполнение контрольной работы помогает лучше изучить основные положения гидравлики. Особое внимание в контрольной работе отводится изучению законов гидростатики и гидродинамики, а также гидравлические машины и гидропривод.

При написании контрольной работы студенты изучают значительный теоретический материал; знакомятся с основными понятиями и категориями учебной дисциплины; приобретают навыки работы с технической литературой; учатся анализировать теоретический материал. Выполнение домашней контрольной работы определяет степень усвоения студентами изучаемого материала, умение анализировать, систематизировать теоретические положения и применять полученные знания при решении практических задач.

Предлагается 10 вариантов контрольных работ.

Каждый вариант включает:

- 1) два теоретических вопроса по разным темам учебного курса,
- 2) типовые практические задания

При выполнении контрольной работы необходимо воспользоваться литературой, список которой приводится в методических указаниях. В качестве дополнительной литературы рекомендуются справочники.

Обращаем Ваше внимание, что выполнение контрольных работ – обязательно. Своевременная сдача контрольных работ является условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине.

Студенты заочной формы обучения обязаны выполнить контрольную работу в письменном виде и представить ее ведущему преподавателю соответствующей дисциплины не позднее чем за 14 дней до начала сессии. Допускается отправка контрольных работ по почте.

Если домашняя контрольная работа выполнена не в полном объеме или не в соответствии с требованиями, то работа возвращается студенту на доработку с указанием в рецензии выявленных замечаний. Вариант с замечаниями необходимо приложить к исправленному варианту.

Номер варианта контрольной работы определяется по двум последним цифрам Вашего шифра (номер зачетки).

Получив свой вариант контрольной работы, вы должны:

- 1) изучить настоящие методические указания для студентов заочной формы обучения;
- 2) внимательно ознакомиться с вопросами (теоретическими и практическими) своего варианта;

- 3) подобрать соответствующие учебно-методические пособия, изданные в колледже, учебную литературу, нормативные и нормативно-правовые документы;
- 4) ознакомиться с подобранной информацией;
- 5) выполнить задания по теоретическим вопросам, составив, в зависимости от задания, конспект, таблицу, схему, план ответа и др.
- 6) провести расчеты, решить задачи, предварительно изучив типовые образцы по теме, используя учебно-методические пособия, изданные в колледже.
- 7) оформить работу в соответствии с требованиями к оформлению.

### **Требования к оформлению контрольной работы**

Контрольная работа выполняется на одной стороне белой нелинованной бумаги формата А4 печатным способом на печатающих устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). Ответ на теоретический вопрос следует начинать с нового листа.

Текст контрольной работы следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

Текст выполняется через 1,5 интервала, основной шрифт Times New Roman, предпочтительный размер шрифта 12-14, цвет – черный. Разрешается использование компьютерных возможностей акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры. Страницы должны быть пронумерованы.

Контрольная работа включает в себя следующие разделы:

- титульный лист,
- содержание,
- основная часть,
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей работы. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Содержание должно отражать все материалы, помещенные в контрольную работу. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка с прописной буквы симметрично тексту. В содержание включают наименование всех разделов (они соответствуют наименованию заданий) Пример оформления содержания приводится в приложении Б.

Содержание основной части работы должно соответствовать заданию в соответствии с вариантом методических указаний. Расчеты должны быть проведены по действующим методикам.

В конце работы приводится список литературы. Список использованной литературы должен содержать сведения обо всех источниках, использованных при выполнении работы. Заголовок «Список

использованной литературы» записывают симметрично тексту с прописной буквы. Источники нумеруют арабскими цифрами в порядке их упоминания в контрольной работе либо в алфавитном порядке.

### Примеры выполнения типовых заданий

#### Примеры решения задач

1. Определите плотность минерального масла при температуре 400°K, если при температуре 320°K она равна 0,786 кг/м<sup>3</sup>.

Температурный коэффициент объемного расширения масла  $\beta_T = 0,0076\text{K}^{-1}$ .

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
Определяем плотность:	
$T_1 = 400^\circ\text{K}$	$\Delta T = T_1 - T = 400 - 320 = 80^\circ\text{K}$
$T = 320^\circ\text{K}$	$\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{V_1 + \Delta V} = \frac{m}{V_1(1 + \beta_T \Delta T)} = \frac{\rho_1}{1 + \beta_T \Delta T};$
$\rho_1 = 0,786 \text{ кг/м}^3$	$\rho = \frac{0,786}{1 + 0,0076 \cdot 80} = 0,489 \text{ кг/м}^3$
$\beta_T = 0,0076 \text{ K}^{-1}$	
$\rho = ?$	

2. Определите коэффициент динамической вязкости нефтепродукта, если его вязкость определяется с помощью вискозиметра Энглера равна 7°ВУ и плотность нефтепродукта 870 кг/м<sup>3</sup>

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$^\circ\text{ВУ} = 7^\circ\text{ВУ}$	1. Определяем коэффициент кинетической вязкости.
$\rho = 870 \text{ кг/м}^3$	$\nu = (0,0731^\circ\text{ВУ} - \frac{0,0631}{^\circ\text{ВУ}}) \cdot 10^{-4};$
$\mu\text{в} = ?$	$\mu_{\text{в}} = \nu \cdot \rho;$
	$\nu = (0,0731 \cdot 7 - \frac{0,0631}{7}) \cdot 10^{-4} = 0,503 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
	2. Определяем коэффициент динамической вязкости:
	$\mu_{\text{в}} = 0,503 \cdot 10^{-4} \cdot 870 = 0,0438 \text{ Па}\cdot\text{С}$

3. Определите изменение объема масла, при увеличении давления в цилиндре на 10 МПа.

Масло заключено при атмосферном давлении в цилиндр с внутренним диаметром 28 мм и длиной 4 м.

Модуль объемного сжатия масла  $1,22 \cdot 10^9$  Па. Деформацией стенок цилиндра можно пренебречь.

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$d = 28 \text{ мм}$	1. Определяем объем масла в цилиндре:
$l = 4 \text{ м}$	$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 0,028^2}{4} \cdot 4 = 0,0025 \text{ м}^3$
$\Delta p = 10 \text{ МПа}$	2. Определяем приращение объема на основании:
$E_{ж} = 1,22 \cdot 10^9 \text{ Па}$	$E_{ж} = -\Delta p V / \Delta V$
$\Delta V = ?$	откуда $\Delta V = -\Delta p V / E_{ж}$
	$\Delta V = -\frac{10 \cdot 10^6 \cdot 0,0025}{1,22 \cdot 10^9} = -0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

4. Водолазы при подъеме затонувших судов работали в море на глубине 50 м. Определите давление воды на этой глубине и силу давления на скафандр водолаза, если площадь его поверхности равна  $2,5 \text{ м}^2$ , атмосферное давление считать нормальным (1013 гПа).

<i>Дано</i>	<i>Решение</i>
$p_a = 1013 \text{ гПа} =$	1. Определяем давление воды на глубине
$1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$	Используем основное уравнение гидростатики
$H = 50 \text{ м}$	$P = P_0 + \rho g H$
$\rho_{в} = 1000 \text{ кг/м}^3$	$\rho g H = 1000 \cdot 9,8 \cdot 50 = 4,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$
$F = 2,5 \text{ м}^2$	$p_{в} = 1,013 \cdot 10^5 + 4,9 \cdot 10^5 = 5,91 \cdot 10^5 \text{ Па} \approx 0,6 \text{ МПа}$
$P = ?$	2. Определяем силу давления на скафандр.
$\rho_{в} = ?$	$P = \rho g H \cdot F = 4,9 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \approx 147 \text{ кН}$

5. Определите толщину стенок нефтепровода для перекачки нефти под давлением 2,5 МПа. Внутренний диаметр трубы 600 мм, допускаемое напряжение.  $[\sigma_p] = 137 \text{ МПа}$ . Принять  $\alpha = 4 \text{ мм}$ .

Дано

$$p = 2,5 \text{ МПа} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$d = 600 \text{ мм} = 0,6 \text{ м}$$

$$[\sigma_p] = 137 \text{ МПа} =$$

$$137 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$\alpha = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$$

$$\delta = ?$$

Решение

На практике используются для определения деления необходимой толщины стенок трубы следующей формулой:

$$\delta = \frac{P \cdot d}{2[\sigma_p]} + \alpha;$$

$$\delta = \frac{2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,6}{2 \cdot 137 \cdot 10^6} + 0,004 = 0,0095 \text{ м} = 9,5 \text{ мм.}$$

6. Определите осадку баржи и водоизмещение при предельной осадке  $y = 3,5$  м. Прямоугольная баржа плавает по реке нагруженная песком. Длина ее  $L = 60$  м, ширина  $b = 8$  м и высота  $h = 4,5$  м. Баржа вместе с грузом весит 14 МН.

Дано

$$L = 60 \text{ м}$$

$$b = 8 \text{ м}$$

$$h = 4,5 \text{ м}$$

$$G = 14 \text{ МН} = 14 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

$$y = 3,5 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{жс}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$V'_{\text{жс}} = ?$$

$$M' = ?$$

Решение

1. Определяем глубину погружения, из условия плавания баржи.

$$G = \rho_{\text{жс}} \cdot g \cdot V,$$

где  $V$  – объем погруженной части баржи

$$y = \frac{G}{\rho_{\text{жс}} \cdot g \cdot L \cdot b} = \frac{14 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 9,8 \cdot 60 \cdot 8} = 2,98 \text{ м}$$

2. Определяем объем погруженной части:

$$V'_{\text{жс}} = L \cdot b \cdot y', \quad V'_{\text{жс}} = 60 \cdot 8 \cdot 3,5 = 1680 \text{ м}^3$$

3. Определяем массовое водоизмещение баржи.

$$M' = \rho_{\text{жс}} \cdot V_{\text{жс}} = 10^3 \cdot 1680 = 16,8 \text{ МН.}$$

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

Дано:

$$Q_v = 486 \text{ л/с} = 4,86 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V = 72 \text{ см/с} = 0,72 \text{ в/с}$$

$$w = ?$$

Решение

1. Определяем площадь живого сечения из формулы объемного расхода потока:

$$Q_v = V \cdot w$$

$$w = \frac{Q_v}{V} = \frac{4,86}{0,72} = 6,75 \text{ м}^2$$



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

Дано:

$$d = 412 \text{ мм} = 0,412 \text{ м}$$

$$V = 3 \text{ м/с}$$

$$\rho_b = 917 \text{ кг/м}^3$$

$$Q_m = ?$$

Решение

1. Определяем объемный расход:

$$Q_v = V \cdot w = V \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,412^2}{4} = 0,45 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Определяем массовый расход:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho_b = 0,45 \cdot 917 = 412,6 \text{ кг/с}$$

9. 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  $\xi = 0,98$ .

Дано:

$$D = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$$

$$d = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$$

$$h = 0,5 \text{ м}$$

$$\xi = 0,98$$

$$Q_b = ?$$

Решение

1. Определяем постоянную водомера:

$$K = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{2g}{\left(\frac{D}{d}\right)^4 - 1}}$$

$$K = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{\left(\frac{0,2}{0,1}\right)^2 - 1}} = 0,036 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Определяем расход воды в трубе:

$$Q_b = \xi \cdot K \sqrt{h} = 0,98 \cdot 0,036 \cdot \sqrt{0,5} = 0,025 \text{ м}^3 / \text{с}$$

10. 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:

$$d = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$$

$$V = 0,51 \text{ м/с}$$

$$\nu = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$R_e = ?$$

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 движения турбулентный.

11. 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*

$$d_{\text{н}} = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\mu_{\text{нас}} = 0,82$$

$$H = 2 \text{ м}$$

$$\mu_{\text{отв}} = 0,62$$

$$Q_{\text{нас}} = ?$$

$$Q_{\text{отв}} = ?$$

$$\Delta Q = ?$$

*Решение*

1. Определяем расход через насадок:

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

$$Q_{\text{нас}} = 0,82 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} = 0,0403 \text{ м}^3 / \text{с}$$

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.

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

*Дано*

$$L = 1200 \text{ м}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$C = 1000 \text{ м/с}$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

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

*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:

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

## Пример написания принципа действия объемного гидропривода

Пример написания принципа действия объемного гидропривода рассмотрим на принципиальной схеме работы гидравлического пресса (рис. 1).

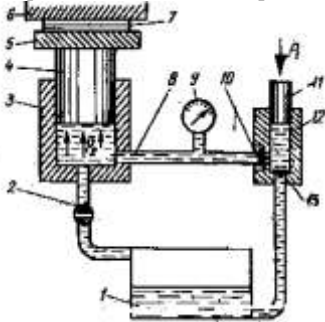


Рис. 1. Принципиальная схема работы гидравлического пресса:

1 – бак; 2 – кран; 3 – цилиндр; 4 – плунжер; 5 – подвижная плита; 7 – пакет; 8 – трубка; 9 – манометр; 10 – нагнетательный клапан; 11 – поршень; 12 – цилиндр; 13 – клапан всасывающий.

Рабочий цилиндр (3) с плунжером (4), цилиндр (12) с поршнем (11), соединительной трубой (8), нагнетательным клапаном (10) и манометром (9) составляет систему замкнутых сосудов.

Поршень (11) цилиндра насоса небольшого диаметра приводится в действие электродвигателя.

Диаметр плунжера (4) рабочего цилиндра больше диаметра поршня (11). При движении плунжера давление от него передается на подвижную плиту (5). В просвете между плитами укладываются облицовываемые заготовки (7). Под действием силы  $P_1$ , приложенной к поршню насоса, последний получает движение и оказывает давление на находящуюся под ним жидкость.

Это давление передается плунжером (4) рабочего цилиндра и силой  $P_2$ , которая воздействует на подвижную плиту (5), вызывая ее перемещения до момента соприкосновения прессуемого тела с неподвижной платой (6). После этого начинается процесс прессования.

При обратном ходе поршня (11), нагнетательный клапан (13) откроется и по трубе (14) из бака (1), поступит новая порция жидкости, которая заполнит цилиндр (12).

При каждом последующем опускании поршня (11) плунжер (4) будет подниматься; чтобы опустить его надо открыть кран (2) и вылить жидкость из цилиндра в бак.

У каждого пресса имеется манометр (9), показывающий величину давления жидкости в гидросистеме.

Гидрокинематическая схема. Автоматической торцовочной установки АЦ-1 (рис. 2).

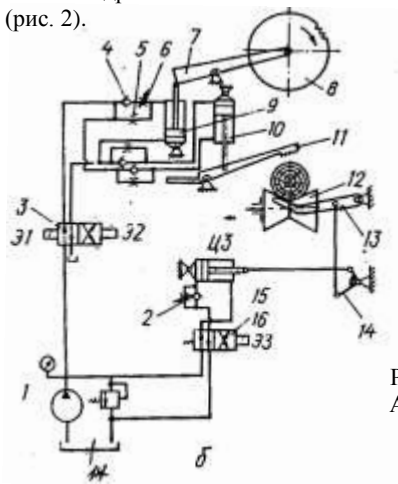


Рис. 2. Автоматическая торцовочная установка АЦ-1: а – общий вид; б – гидрокинематическая схема

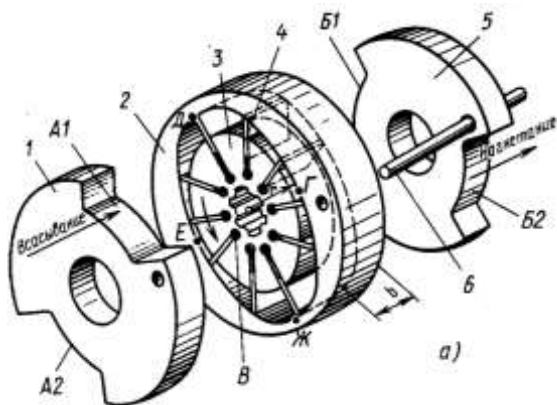
## 4 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 1 вариант

#### Теоретические вопросы

1. Испаряемость и кавитация
2. Вставьте пропущенные названия деталей насоса:

1- .....; 2- статор;  
3- .....;  
4- пластина; 5- .....;  
6- шпилька.



3. Гидродинамика. Виды движения жидкости.

#### Практические задания

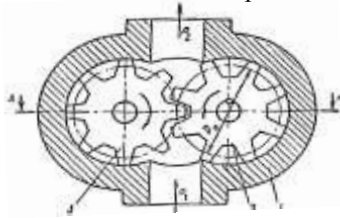
1. Определите плотность минерального масла при температуре  $410^{\circ}\text{K}$ , если при температуре  $302^{\circ}\text{K}$  она равна  $0,791 \text{ кг/м}^3$ . Температурный коэффициент объемного расширения масла  $0,0068^{\circ}\text{K}^{-1}$ .
2. Определите коэффициент динамической вязкости нефтепродукта, если его вязкость определяется с помощью вискозиметра Энглера (условная вязкость) равна  $5^{\circ}\text{ВУ}$  и плотность нефтепродукта  $830 \text{ кг/м}^3$ .

## 2 вариант

### Теоретические вопросы

1. Виды движения жидкости
2. Назначение и классификация распределителей. Устройство и работа распределителей прямого действия.
3. Укажите основные элементы шестеренного насоса.

- 1 –
- 2 –
- 3 –



### Практические задания

1. Определите изменение объема масла, при увеличении давления в цилиндре на 16 МПа. Масло заключено при атмосферном давлении в цилиндр с внутренним диаметром 30 мм и длиной 3 м. Деформацией стенок цилиндра можно пренебречь, модуль объемного сжатия масла  $1,15 \cdot 10^9$  Па.
2. Определите давление воды на глубине и силу давления на скафандр водолаза. Водолазы при подъеме затонувших судов работали в море на глубине 60 м. Атмосферное давление следует считать нормальным (1013 ГПа). Площадь поверхности скафандра водолаза равна  $2,38 \text{ м}^2$ .

### **3 вариант**

#### **Теоретические вопросы**

1. Гидростатическое давление: его свойства и единицы измерения
2. Назначение и конструкция дросселей.
3. Классификация, достоинства и недостатки шестеренных насосов.

#### **Практические задания**

1. Определите толщину стенок нефтепровода для перекачки нефти под давлением 2,1 МПа. Внутренний диаметр трубы 500 мм, допустимое напряжение 145 МПа, принять  $\alpha = 3\text{мм}$ .
2. Определите на какой высоте установится уровень в открытом сосуде с керосином (плотность керосина  $760\text{ кг/м}^3$ ), если в сообщающемся с ним открытым сосуде уровень воды выше линии раздела на 0,4 м.

### **4 вариант**

#### **Теоретические вопросы**

1. Режимы движения жидкости
2. Устройство и принцип действия гидропривода поворотного движения.
3. Гидравлические машины. Классификация гидравлических машин по энергетическому и конструктивному признакам.

#### **Практические задания**

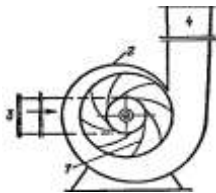
1. Прямоугольная баржа, длиной 52 м, шириной 10 м и высотой 4,0 м., нагруженная песком, плавает по реке. Баржа вместе с грузом весит 16 МН. Определите осадку баржи и водоизмещение при предельной осадке  $y = 2,5\text{ м}$ .
2. Определите, чему равно давление, измеренное в Паскалях. Если манометр на водомере показывает давление 3,5 ат ( $\text{кг/см}^2$ ). Атмосферное давление следует принять 1,5 ат.

## 5 вариант

### Теоретические вопросы

1. Потери напора и давления при движении жидкостей по трубам.
2. Гидравлический удар в трубах, причины возникновения
3. Укажите основные элементы центробежного насоса.

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –



### Практические задания

1. Определите режим движения нефти в трубопроводе диаметром  $d = 600$  мм при скорости движения  $V = 0,15$  м/с кинетическая вязкость  $\nu = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .
2. Определите, чему равно давление, измеренное в Паскалях. Если манометр на водомере показывает давление  $3,5$  ат ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ). Атмосферное давление следует принять  $1,5$  ат.

## 6 вариант

### Теоретические вопросы

1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
2. Линейные и местные потери напора.
3. Классификация трубопроводов.

### Практические задания

1. Определите толщину стенок нефтепровода для перекачки нефти под давлением  $2,1$  МПа. Внутренний диаметр трубы  $500$  мм, допустимое напряжение  $145$  МПа, принять  $\alpha = 3$  мм.
2. Определите на какой высоте установится уровень в открытом сосуде с керосином (плотность керосина  $760 \text{ кг}/\text{м}^3$ ), если в сообщающемся с ним открытом сосуде уровень воды выше линии раздела на  $0,4$  м.



## **7 вариант**

### **Теоретические вопросы**

1. Гидравлический удар, его физическая природа, причины возникновения, способы борьбы, полезное применение гидроудара. Кавитация.
2. Классификация гидравлических машин по конструктивным признакам и свойствам перемещаемой среды
3. Назначение и конструкция дросселей

### **Практические задания**

1. Определить давление, необходимое создать в поршневой полости гидроцилиндра подъемного стола с диаметром плунжера 260 мм. Стол поднимает слябы массой до 10т. Весом стола можно пренебречь.
2. Определите толщину стенок нефтепровода для перекачки нефти под давлением 2,1 МПа. Внутренний диаметр трубы 500 мм, допускаемое напряжение 145 МПа, принять  $\alpha = 3\text{мм}$ .

## **8 вариант**

### **Теоретические вопросы**

1. Назначение и классификация гидродвигателей. Силовые гидравлические цилиндры возвратно-поступательного типа.
2. Гидропривод. Блок схема гидропривода. Достоинства и недостатки гидропривода
3. Гидродинамика. Виды движения жидкости

### **Практические задания**

1. Определите коэффициент динамической вязкости нефтепродукта, если его вязкость определяется с помощью вискозиметра Энглера (условная вязкость) равна  $5^\circ\text{ВУ}$  и плотность нефтепродукта  $830\text{ кг/м}^3$ .
2. Определите изменение объема масла, при увеличении давления в цилиндре на 16 МПа. Масло заключено при атмосферном давлении в цилиндр с внутренним диаметром 30 мм и длиной 3 м. Деформацией стенок цилиндра можно пренебречь, модуль объемного сжатия масла  $1,15 \cdot 10^9\text{ Па}$ .

## 9 вариант

### Теоретические вопросы

1. Уравнение неразрывности потока. Уравнение Бернулли с энергетической и геометрической точек зрения. Почему его можно назвать основным для гидродинамики.
2. Физические свойства жидкости: определения, единицы измерения, взаимосвязь
3. Устройство и принцип действия гидропривода вращательного движения

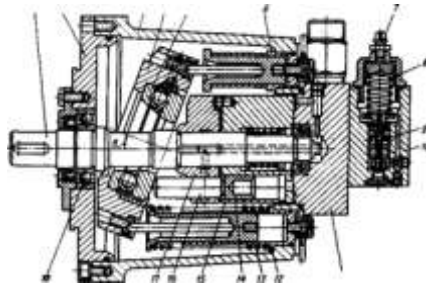
### Практические задания

1. Определите толщину стенок нефтепровода для перекачки нефти под давлением 2,1 МПа. Внутренний диаметр трубы 500 мм, допускаемое напряжение 145 МПа, принять  $\alpha = 3$  мм.
2. Определите на какой высоте установится уровень в открытом сосуде с керосином (плотность керосина  $760 \text{ кг/м}^3$ ), если в сообщающемся с ним открытом сосуде уровень воды выше линии раздела на 0,4 м.

## 10 вариант

### Теоретические вопросы

1. Сила давления жидкости на дно сосуда (гидростатический парадокс)
2. Классификация видов и режимов движения жидкости
3. Устройство и работа насоса. Классификация, достоинства и недостатки радиально-поршневых насосов



### Практические задания

1. Площадь меньшего поршня гидравлического пресса  $10\text{см}^2$ . На него действует сила  $200\text{ Н}$ . Площадь большого поршня  $200\text{ см}^2$ . Какая сила действует на больший поршень.
2. За каждые 15 вдохов, которые делает человек в 1 минуту, в его легкие поступает воздух, объемом  $600\text{ см}^2$ . Вычислите массу воздуха, проходящего через легкие человека за 1 минуту.

## **5 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ**

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения учебной дисциплины являются умения и знания.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине «Гидравлика и гидропривод» проводится в форме дифференцированного зачета.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

Обучающийся должен ответить на предложенные вопросы.

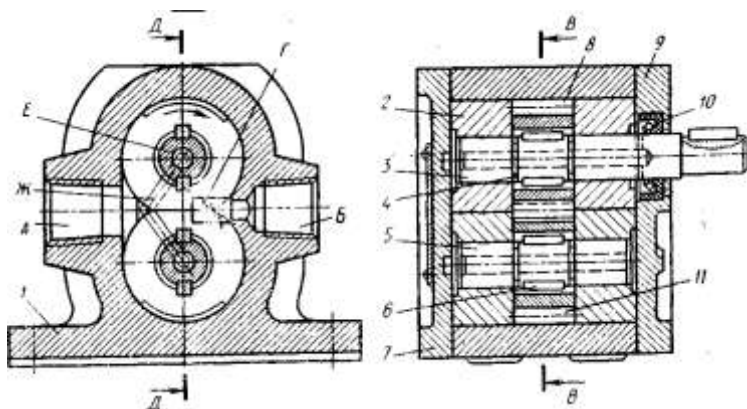
### **5.1 Теоретические вопросы дифференцированного зачета**

1. Классификация и основные физические свойства рабочих жидкостей.
2. Физический смысл, определение, единицы измерения.
3. Приборы для определения физических свойств жидкости
4. Гидростатика.
5. Гидростатическое давление: его свойства и единицы измерения.
6. Приборы для измерения давлений.
7. Закон сообщающихся сосудов.
8. Виды давления.
9. Единицы измерения давления.
10. Закон Архимеда.
11. Гидродинамика. Виды движения жидкости.
12. Понятие линии тока элементарной струйки.
13. Поток и его характеристики.
14. Уравнение неразрывности потока.
15. Режимы движения жидкости.
16. Число Рейнольдса. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока идеальной (невязкой) жидкости.
17. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
18. Линейные и местные потери напора.
19. Классификация трубопроводов.
20. Потери напора и давления при движении жидкостей по трубам.
21. Гидравлический удар в трубах, причины возникновения.
22. Кавитация в трубопроводах: признаки, причины возникновения, способы предотвращения
23. Гидравлические машины. Классификация гидравлических машин по энергетическому и конструктивному признакам.
24. Классификация гидравлических машин по конструктивным признакам и свойствам перемещаемой среды.
25. Рабочие жидкости для гидроприводов.

26. Объемные гидравлические насосы. Область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности
27. Основные параметры работы насосов Назначение и классификация гидродвигателей.
28. Гидроцилиндры, схемы гидроцилиндров, область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности.
29. Гидромоторы, область применения, классификация, их устройство, принцип работы, их особенности.
30. Назначение и классификация гидроаппаратуры.
31. Классификация, назначение и принцип действия золотниковых распределителей.
32. Конструкция, конструктивные схемы, принцип работы и область применения напорных, редукционных, обратных и наполнительных клапанов.
33. Назначение и конструкция дросселей.
34. Вспомогательная гидроаппаратура, назначение ее и принцип действия
35. Гидропривод. Блок схема гидропривода. Достоинства и недостатки гидропривода.
36. Устройство и принцип действия объемного гидропривода возвратно-поступательного движения.
37. Устройство и принцип действия гидропривода поворотного движения.
38. Устройство и принцип действия гидропривода вращательного движения

## 5.2 Типовые задания

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.
6. Вставьте пропущенные названия деталей насоса:



1- корпус; 2- .....; 3,5- вал; 6- шпонка; 7,9 - .....; 8,11- шестерни; 10-.....

7. Определите основные элементы радиально-поршневого насоса (рис. 1).

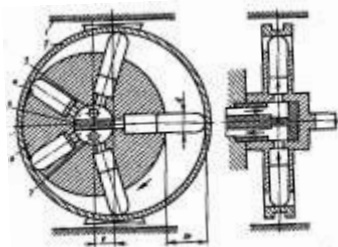


Рис. 1

### 5.3 Критерии оценки

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

**Приложение А**  
**Образец оформления титульного листа контрольной работы**

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

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № \_1\_  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ГИДРАВЛИКА И ГИДРОПРИВОД»**

**Вариант \_\_\_\_\_**

Выполнил (а) \_\_\_\_\_

Специальность: \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Магнитогорск, 2017 г.

**Приложение Б**  
**Образец оформления содержания контрольной работы**

**Содержание**

- 1 Теоретический вопрос 1 .....  
*(текст вопроса)*
- 2 Теоретический вопрос 2 .....  
*(текст вопроса)*
- 3 Практические задания .....