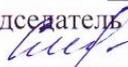


НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ  
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Югорский государственный университет»

**Методические указания**  
по выполнению самостоятельной работы обучающимися  
ПМ 02.Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования  
МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования  
**Тема Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов**  
21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин

Согласовано  
Предметной (цикловой)  
комиссией общепрофессиональных дисциплин  
Протокол № 5 от 10.01 2019г.  
Председатель ЦЦК  
 О.С. Сагдатдинова

Утверждена  
заседанием методсовета  
протокол № 3 от 17.01 2019г.  
Председатель методсовета  
 Н.И. Савватеева

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающимися по теме «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования ПМ 02.Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования разработаны в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин

Организация-разработчик: Нефтеюганский индустриальный колледж (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет»

Разработчик: Шумскис В.В. – преподаватель НИК (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

## Содержание

Пояснительная записка .....	4
1. Карта самостоятельной работы обучающимся .....	7
2. Порядок выполнения самостоятельной работы обучающимся .....	8
2.1. Инструкции по овладению навыками самостоятельной учебной работы .....	8
2.2. Методические указания по выполнению самостоятельной учебной работы .....	11
Список рекомендуемой литературы .....	20

## Пояснительная записка

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающимися по теме «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» (далее – методические указания) составлены в соответствии с рабочей программой ПМ.02. Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования.

Содержание методических указаний соответствует требованиям Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования по специальности 21.02.02 Бурение нефтяных и газовых скважин

**Целью** методических указаний является обеспечение эффективности самостоятельной работы обучающихся на основе организации их выполнения.

**Задачами** методических указаний по организации самостоятельной работы являются:

- ✓ систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- ✓ углубление и расширение теоретических знаний;
- ✓ формирование умений использовать справочную и техническую документацию и специальную литературу;
- ✓ развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- ✓ формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- ✓ развитие исследовательских умений.

Изучение материала базируется на знаниях, полученных при изучении физики, математики, химии, технической механики, геологии и является основой при изучении темы «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования ПМ 02. Обслуживание и эксплуатация бурового оборудования.

В данной теме предусматривается изучение физической сущности основ гидравлики, выполнение гидравлических расчётов трубопроводов на нефтебазах, нефтеперекачивающих и компрессорных станциях.

Методические указания состоят из карты самостоятельной работы обучающегося, порядка выполнения самостоятельной работы обучающимся, методических указаний по выполнению самостоятельной учебной работы и списка рекомендуемой литературы.

В карте самостоятельной работы указаны наименования тем программы, по которым необходимо выполнить работы, методы контроля, количество часов и формируемые компетенции.

Самостоятельная работа рассчитана на разные уровни мыслительной деятельности. Выполненная работа позволит отработать навыки решения типовых заданий, приобрести знания и умения, навыки, а также выработать свою методику подготовки к занятиям, что очень важно в дальнейшем процессе обучения.

В результате освоения темы обучающийся должен:

*уметь:*

- определять физические свойства жидкости;
- выполнять гидравлические расчёты трубопроводов;

*знать:*

- основные физические свойства жидкости;
- общие законы и уравнения гидростатики и гидродинамики;
- методы расчета гидравлических сопротивлений движущейся жидкости.

В результате освоения МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования обучающийся должен овладеть общими и профессиональными компетенциями, включающими в себя способность:

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 в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

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

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

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

ПК 2.1 Производить выбор бурового оборудования в соответствии с геолого-техническими условиями проводки скважин.

ПК 2.2 Производить техническое обслуживание бурового оборудования, готовить буровое оборудование к транспортировке.

ПК 2.3 Проводить проверку работы контрольно-измерительных приборов, автоматов, предохранительных устройств, противовибросового оборудования

ПК 2.4 Осуществлять оперативный контроль за техническим состоянием наземного и подземного бурового оборудования.

ПК 2.5 Оформлять технологическую и техническую документацию по обслуживанию и эксплуатации бурового оборудования.

При изучении темы «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» 02.01 Эксплуатация бурового оборудования предусматриваются следующие формы самостоятельной работы обучающегося:

- подготовка сообщения;
- оформление лабораторных работ;
- выполнение домашних заданий в виде решения задач, проведение типовых расчетов, индивидуальных работ по отдельным темам содержания темы МДК;
- защита лабораторных работ;
- участие в учебно-исследовательской работе.

Контроль самостоятельной работы проводится преподавателем в аудитории.

Предусмотрены следующие методы контроля:

- устный опрос;
- проверка и защита отчетной работы;
- тестирование;
- взаимопроверка в группе;
- творческий конкурс.

Результаты контроля используются для оценки текущей успеваемости обучающихся.

Оценка текущей успеваемости обучающихся выставляется преподавателем в журнал теоретического обучения.

Самостоятельная работа обучающихся организуется через следующие виды деятельности:

- изучение приборов и машин;
- составление таблиц;
- решение задач;
- решение индивидуальных графических задач;
- расчетно-графическое оформление лабораторной работы;
- построение графиков;
- составление кроссвордов по теме;
- оставление вопросов по теме;
- подготовка сообщения по теме;
- выполнение творческих заданий;
- подготовка к тесту по теме.

Перед выполнением самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж (консультацию) с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы.

Для выполнения самостоятельной работы рекомендуется пользоваться конспектами занятий, учебной литературой, которая предложена в списке рекомендуемой литературы, Интернет-ресурсами или другими источниками по усмотрению обучающегося.

В рабочей программе при изучении темы «Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов» МДК 02.01 Эксплуатация бурового оборудования предусмотрено выполнение самостоятельных внеаудиторных работ в объеме **48 часов**.

### 1. Карта самостоятельной работы обучающимся

№ работы	Наименование темы	Наименование самостоятельной работы	Метод контроля	Часы	ОК, ПК
1	<b>Тема 1. Выполнение гидравлических расчетов трубопроводов</b> <i>1.1 Физические свойства жидкости</i>	Изучение методики определения основных физических свойств жидкости	Устный опрос	4	ОК 1,2,3,6 ПК 2.3
2,3		Расчетно-графическое оформление ЛР №1,2	Защита работы	2	ОК 2,1
		Работа с дополнительной литературой по теме: «Молекулярно-поверхностные и физические свойства системы «нефть -газ-вода-порода»	Устный опрос	2	
4	<i>1.2 Законы гидростатики</i>	Изучение приборов для измерения давления	Тестирование	2	ОК 6 ПК 2.3
5		Графическое изображение простых гидравлических машин	Защита	4	ОК 6 ПК 2.3
6		Ответы на контрольные вопросы по теме 1.1-1.2	Семинар по теме	2	ОК 2
7	<i>1.3 Законы гидродинамики</i>	Графическое построение уравнения Бернулли	Отчет по работе	4	ОК 5 ПК 2.2
8		Расчетно-графическое оформление ЛР № 4,5	Отчет по работе	2	ОК 5,8 ПК 2.2-2.5
9		Оформление и решение вариативных задач	Защита работы	4	ОК 6,7 ПК 2.2-2.5
10	<i>1.4 Движение жидкости в трубопроводах</i>	Составление таблицы «Классификация трубопроводов»	Взаимопроверка в группе	2	ОК 1,2 ПК 2.1
11		Графическое построение последовательного и параллельного соединения трубопроводов	Защита работы	6	ОК 4,5 ПК 2.2-2.4
12		Построение графика совместной работы насоса и сети	Защита	6	ОК 4,5 ПК 2.2-2.5
13		Подготовка презентаций по разделу (теме) по выбору обучающихся)	Творческий конкурс	4	ОК 7,8 ПК 2.1-2.5
14		Подготовка к тестированию по теме 1	Тестирование	4	ОК 2 ПК 2.1-2.5
	<b>ИТОГО</b>			<b>48</b>	

## **2. Порядок выполнения самостоятельной работы обучающимся**

### **2.1. Инструкции по овладению навыками самостоятельной учебной работы**

#### ***Работа с конспектом лекций***

Работа с конспектом лекций заключается в том, что в период между очередными лекционными занятиями необходимо изучить материал конспекта: основные определения выучить, непонятные положения конспекта выделить и получить консультацию у преподавателя на следующем уроке. При необходимости, в конспект лекций могут быть внесены схемы, эскизы рисунков, другая дополнительная информация.

#### ***Изучение основной и дополнительной литературы с графическим изображением приборов и машин***

Самостоятельная работа при изучении учебной литературы начинается с повторения конспекта, составленного при слушании лекции преподавателя. Полученную информацию необходимо осмыслить. Конспект дополняется учебным материалом из основной и дополнительной литературы.

В конспекте сжато излагается самое существенное. Максимально точно записываются формулы, определения, чертятся схемы, рисунки приборов и машин.

Рисунки и схемы необходимо выполнять аккуратно, с использованием чертёжных инструментов. Все элементы рисунков и схем должны быть пронумерованы в порядке их расположения и расшифрованы.

#### ***Работа над сообщением***

Подготовка сообщения – это вид самостоятельной работы по подготовке небольшого по объёму устного сообщения для озвучивания. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Подготовка сообщения состоит из трех основных этапов:

1. Подготовка теоретического материала – текста сообщения.
2. Оформление презентации (если необходимо).
3. Выступление перед группой (защита).

Алгоритм подготовки сообщения следующий:

1. Изучить материал учебника по данной теме, чтобы легче ориентироваться в необходимой литературе.
1. Подобрать необходимую литературу (рекомендуется пользоваться несколькими источниками для более полного получения информации). Для этого можно обратиться в библиотеку филиала, за учебной литературой к преподавателю, либо найти материал в интернете. Пользоваться рекомендуется только проверенными, надежными интернет – сайтами.
2. Изучить подобранный материал (по возможности работать с карандашом), выделяя самое главное по ходу чтения, формулы, графические изображения и т.д.
3. Составить план сообщения на черновике. Каждый пункт плана оформить отдельным абзацем (удобно при составлении презентации и при ее защите).
4. Написать текст сообщения. Указать свою Фамилию, Имя, группу, тему сообщения, текст сообщения. В конце сообщения указать библиографический список используемой литературы (не менее 3 источников информации). Итоговый объем информации в электронном виде составляет примерно 1 печатный лист. Распечатать сообщение.
5. Подготовиться к устному выступлению.
6. После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Сообщение должно содержать 3-5 листов печатного текста. Параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный); параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -1,25 см, межстрочный интервал – полуторный; поля: верхнее – (15-20) мм и нижнее поля – 10 мм, левое поле - 30 мм, правое – (10-15) мм.

### ***Требования к оформлению электронной презентации***

При оформлении электронной презентации необходимо придерживаться следующих основных требований:

- ✓ Первый слайд – это титульный слайд, на котором представлены: сверху полное наименование образовательного учреждения; название работы по центру; ФИО, группа; ФИО преподавателя после названия работы справа. Снизу слайда указывается населенный пункт, дата разработки презентации.
- ✓ На последнем слайде указывается: источники, список литературы, глоссарий и т.д.
- ✓ Оптимальный объем. Объем презентации не должен быть менее 8-10 слайдов и не более 20 слайдов. Зрительный ряд из большого числа слайдов вызывает утомление, отвлекает от сути рассматриваемой темы. Исключения составляют презентации, предназначенные для длительной демонстрации ознакомительного характера с большим количеством визуального материала. В этом случае объем презентации – из расчета не менее чем 1 мин. на один слайд, а на слайды, содержащие ключевые моменты и основополагающие понятия - по 2 мин.
- ✓ Учет особенности восприятия информации с экрана. В презентациях желательно свести текстовую информацию к минимуму, заменив ее схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимациями, фрагментами фильмов. Рекомендуется оставить текст только в виде имен, названий, числовых значений, формул, небольших расчетов, коротких цитат. Следует избегать обилия цифр.
- ✓ Глоссарий терминов. Наличие такого словаря весьма желательно. Чтобы не перегружать гиперссылками содержательную часть презентации, предпочтительнее оформить словарь терминов и определений на отдельном слайде (серии слайдов). Для обращения к словарю терминов на соответствующих страницах учебного материала целесообразно разместить соответствующую кнопку.
- ✓ Яркие картинки не должны противоречить реальным фактам. Недопустимо добиваться красочности, изменения масштабов изображений и т.п. в ущерб достоверности.
- ✓ Объем и форма представления информации:
  - Рекомендуется сжатый, информационный способ изложения материала.
  - Не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: человек в среднем может одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений.
  - Заголовки должны быть краткими и привлекать внимание аудитории.
  - В текстовых блоках необходимо использовать короткие слова и предложения.
  - Рекомендуется минимизировать количество предлогов, наречий, прилагательных.
  - Вся вербальная информация должна тщательно проверяться на отсутствие орфографических, грамматических и стилистических ошибок.
  - При проектировании характера и последовательности предъявления материала должен соблюдаться принцип стадийности: информация может разделяться в пространстве (одновременное отображение в разных зонах одного слайда) или во времени (размещение информации на последовательно демонстрируемых слайдах).
  - Презентация должна дополнять, иллюстрировать то, о чем идет речь, не должна полностью дублировать материал.

- Текст должен быть читабельным (его должно быть легко прочесть с самого дальнего места). Рекомендуемые размеры шрифтов:
  - для заголовков - не менее 32 пунктов и не более 50, оптимально - 36 пункта;
  - для основного текста - не менее 18 пунктов и не более 32, оптимально - 24 пункта.

### ***Работа с электронными ресурсами в сети Интернет***

Поиск информации можно вести по автору источника, заглавию, виду издания, году издания или издательству. Также в сети Интернет доступна услуга по скачиванию методических указаний и учебных пособий, подбору необходимой учебной и научно-технической литературы.

### ***Подготовка к тестированию по теме***

1. Изучить указанную тему по записям в конспекте и учебнику.
2. Воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.
3. Ответить письменно на контрольные вопросы по теме, указанной в литературе.

## 2.2. Методические указания по выполнению самостоятельной учебной работы

### Тема 1. Выполнение гидравлических расчётов трубопроводов

#### Самостоятельная работа № 1

#### **Изучение методики определения основных физических свойств жидкости** Методические указания

При выполнении данной работы необходимо руководствоваться рекомендациями по овладению навыками самостоятельной работы.

1. Изучить устройство и принцип действия ареометра, вискозиметров Стокса, Энглера, капиллярного и ротационного.
2. Зарисовать в тетради ареометр.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если называет все приборы для определения физических свойств жидкости и объясняет принцип их действия, ареометр изображён правильно.

Оценка «не зачтено», если при объяснении принципа работы приборов допускает ошибки в трех и более приборах.

#### Самостоятельная работа № 2

#### **Расчетно-графическое оформление лабораторных работ № 1, 2** Методические указания

После проведения замеров на лабораторных стендах № 1 и 2 в учебном кабинете необходимо:

1. Оформить отчет в тетради по схеме:
  - лабораторная работа № ;
  - тема лабораторной работы;
  - цель работы;
  - схема установки;
  - описание метода проведения работы;
  - заполнение таблицы результатов замеров и вычислений;
  - определение погрешности результатов замеров и вычислений;
  - выводы;
  - ответы на контрольные вопросы, которые приведены в литературе ДИ-4, с.5-13.
2. Подготовиться к защите работы.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если отчет по работе выполнен и работа защищена.

Оценка «не зачтено», если отчет не выполнен или студент не может защитить работу. Защита работы проводится на занятии.

#### Самостоятельная работа № 3

#### **Работа с дополнительной литературой по теме: «Молекулярно-поверхностные и физические свойства системы «нефть -газ-вода-порода»** Методические указания

Руководствоваться общими указаниями к выполнению самостоятельных работ.

1. Изучить любую доступную литературу по выбору обучающегося по тематике самостоятельной работы.
2. Охарактеризовать особенности молекулярно-физических свойств системы «нефть-газ-вод-порода».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если обучающийся называет все особенности молекулярно-физических свойств системы «нефть-газ-вод-порода».

Оценка «не зачтено», если при объяснении обучающийся путается в ответе или не владеет материалом по теме.

#### Самостоятельная работа № 4

##### **Изучение приборов для измерения давления**

Методические указания

Руководствоваться общими указаниями лабораторной работы № 1, ДИ-4.

1. Изучить устройство и принцип работы пьезометра; ртутного, дифференциального, пружинного и мембранного манометров.
2. Выполнить рисунки приборов в тетради.
3. Ответить письменно на вопросы для самоконтроля, включенные в лабораторную работу №3, МУ 1.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если называет все приборы для определения давления и объясняет принцип их действия, рисунки выполнены, письменно оформлены ответы на все вопросы.

Оценка «не зачтено», если при объяснении принципа работы допускает ошибки в трех и более приборах, рисунки не выполнены.

#### Самостоятельная работа № 5

##### **Графическое изображение простейших гидростатических машин**

Методические указания

1. Изучить конструкцию и принцип действия простых гидравлических машин: гидропресс, гидроаккумулятор, гидродомкрат, динамометр.
  2. Зарисовать машины в тетради, условно обозначив элементы машин.
- Рисунки выполнить аккуратно, с использованием чертежных инструментов. Элементы рисунков должны быть пронумерованы и названы.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если все простые гидравлические машины зарисованы и элементы пронумерованы и названы.

Оценка «не зачтено», если работа не выполнена.

#### Самостоятельная работа № 6

##### **Ответить на контрольные вопросы по теме 1.1. -1.2.**

Методические указания

1. Повторить теоретический материал по изученным темам.
2. Воспроизвести по памяти определения, формулы, формулировки основных положений.
3. Ответить письменно на контрольные вопросы [О-1, с.22,42].

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если студент правильно ответил на 10 вопросов.

Оценка «не зачтено», если студент допускает ошибки при ответе на 5 и более вопросов.

#### Самостоятельная работа №7

##### **Графическое построение уравнения Бернулли**

Методические указания

1. Начертить в масштабе канал с пьезометрами (рис. 1).

2. Соединить уровни жидкости в пьезометрах и центром выходного сечения V, получить пьезометрическую линию 1, показывающую изменение потенциальной энергии (давления) вдоль потока.

3. Отложить от оси канала полные напоры (H) и соединить полученные точки, для получения напорной линии 2 (линии полной механической энергии).

4. Проанализировать изменение полной механической H, потенциальной  $P/(pg)$  и кинетической  $V^2/(2g)$  энергий жидкости вдоль потока.

5. Проверить соответствие этих изменений уравнению Бернулли.

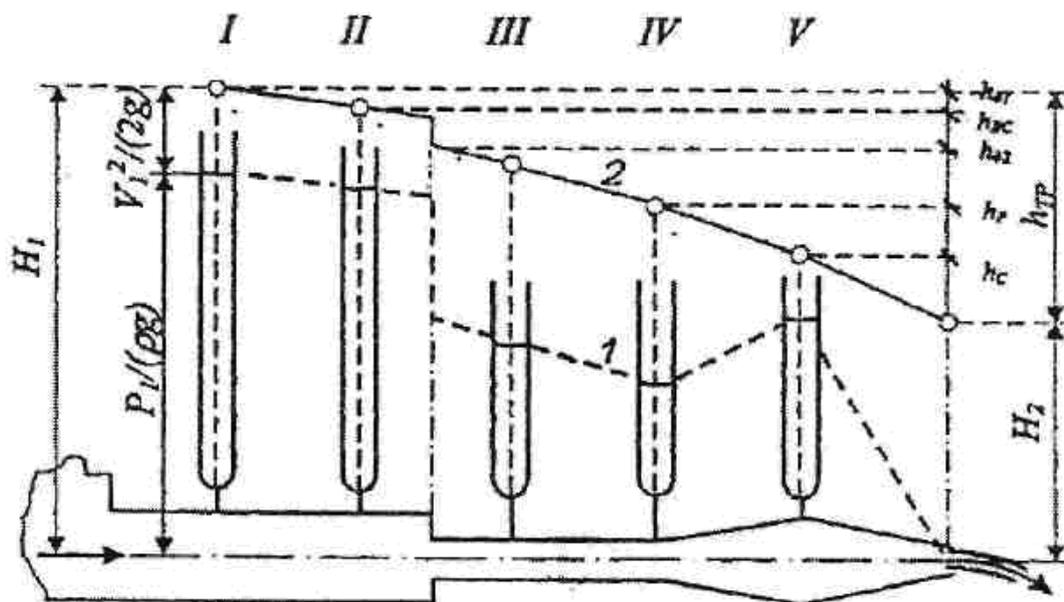


Рис. 1. Иллюстрация уравнения Бернулли:

1, 2 - пьезометрическая и напорная линии;  $H_1$ ,  $H_2$  - полные напоры (механические энергии) на входе и выходе из канала;  $h_{гр}$ ,  $h_{с1}$ ,  $h_{с2}$ ,  $h_{рс}$ ,  $h_p$ ,  $h_c$  - потери напора: суммарные, по длине на 1<sup>ом</sup> и 2<sup>ом</sup> участках, на внезапное сужение, на плавные расширения и сужения.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если график построен верно или допущены незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено», если при построении графика допущены грубые ошибки.

#### Самостоятельная работа №8

#### Расчетно-графическое оформление лабораторных работ № 4 и 5

#### Методические указания

1. Результаты замеров, выполненных на лабораторных работах занести в таблицы 5.1; 6.1; 7.1, указанные в МУ1, лабораторные работы №4,5.

2. Оформление лабораторных работ выполнить в соответствии с требованиями лабораторных работ №4 и №5, указанными в МУ1.

3. Ответить на контрольные вопросы, приведенные в МУ1, лабораторные работы №4,5.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если отчет по работе выполнен.

Оценка «не зачтено», если отчет по работе не выполнен.

Самостоятельная работа № 9  
**Оформление и решение вариативных задач**  
Методические указания

Вариант работы соответствует порядковому номеру списочного состава студента в журнале.

1. Текст задачи переписать полностью.
2. Записать формулу и подставить значения исходных данных.
3. Выполнить расчеты.

При оформлении задания должна соблюдаться следующая последовательность (каждый пункт выполняется с красной строки):

1. Задание работы;
2. Исходные данные для решения задачи, (единицы измерения перевести в систему СИ);
3. По центру строки слово «Решение», ниже изложение хода решения задачи с пояснениями.

Задача

Определить общие потери напора в трубопроводе длиной  $l = 1000\text{м}$ , при движении жидкости плотностью  $\rho$ , кинематической вязкостью  $\nu$ , объёмным или массовым расходом и коэффициентами сопротивлений задвижки и клапана:

для четных вариантов – в канале прямоугольного сечения размером  $b, h$ .

для нечетных вариантов – в трубе диаметром  $d$ .

Исходные данные к задаче

№ варианта	d мм	b см	h см	Q м <sup>3</sup> /с	Q <sub>m</sub> кг/с	ρ кг/м <sup>3</sup>	ν Ст	k мм	ε <sub>з</sub>	ε <sub>кл</sub>
1	25				0,42	850	0,02	0,001	2	0,1
2		50	10	0,096		860	0,017	0,002	3	0,5
3	40				0,31	870	0,022	0,003	2	0,2
4		60	20	0,03		820	0,035	0,004	3	0,6
5	65				0,22	890	0,15	0,005	2	0,4
6		70	30	0,16		900	0,20	0,009	3	0,5
7	100				7,15	910	0,25	0,010	2,2	0,6
8		80	40	0,08		920	0,30	0,011	2,4	0,7
9	200				8,50	930	0,35	0,008	2	0,3
10		90	50	0,07		940	0,10	0,005	3	0,1
11	200				6,33	950	0,01	0,004	2,5	0,4
12		100	50	0,06		960	0,02	0,003	2,5	0,5
13	150				7,50	970	0,03	0,015	2,4	0,4
14		110	60	0,05		980	0,04	0,016	2,3	0,3
15	100				6,50	990	0,05	0,017	2	0,1
16		120	70	0,055		1000	0,06	0,001	2	0,2
17	80				2,5	1000	0,018	0,004	2	0,3
18		130	80	0,081		990	0,020	0,001	2	0,4
19	65				0,36	980	0,022	0,2	2	0,15
20		120	60	0,077		970	0,024	0,15	2	0,20
21	50				0,44	960	0,011	0,11	2	0,15
22		110	50	0,066		950	0,012	0,15	2	0,20
23	40				0,51	940	0,013	0,10	2	0,4

24		100	40	0,015		930	0,014	0,005	2	0,5
25	32				0,65	920	0,015	0,015	2	0,5
26		90	50	0,018		910	0,020	0,18	2	0,4
27	25				0,44	900	0,025	0,2	1,5	0,5
28		80	45	0,020		890	0,030	0,03	2,0	0,6
29	32				0,25	880	0,018	0,02	1,5	0,5
30		75	35	0,080		870	0,010	0,03	2,0	0,6

#### План решения задачи

1. Находим общие потери напора в трубопроводе по формуле:

$$\Sigma h = h_l + h_{м.с}, \quad (1)$$

где:  $h_l$  - потери напора на трение,

$h_{м.с}$  - потери на местные сопротивления.

2. Вычисляем потери напора на трение:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2g}, \quad (2)$$

где:  $\lambda$  - коэффициент трения, который определяется в зависимости от режима движения;

3. Определяем режим движения жидкости числом Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (3)$$

где:  $\omega$  - скорость движения жидкости,

$$\omega = \frac{4Q}{\pi d^2}, \text{ [м/с]} \quad (4)$$

если  $Re > 2320$ , режим турбулентный,

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (5)$$

если  $Re < 2320$ , режим ламинарный,

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (6)$$

4. Вычисляем потери на местные сопротивления:

$$h_{м.с} = \Sigma \xi \cdot \frac{\omega^2}{2g}, \quad (7)$$

где:  $\Sigma \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений,

$$\Sigma \xi = \varepsilon_3 + \varepsilon_k \quad (8)$$

5. Вычисляем общие потери напора по формуле (1)

Критерии оценки:

Оценка «5», если задача решена в полном объеме.

Оценка «4», если в задаче допущена одна ошибка.

Оценка «3», если в задаче допущено две и более ошибки.

Оценка «2», если задача не решена.

Самостоятельная работа №10  
**Составление таблицы «Классификация трубопроводов»**  
 Методические указания

1. Прочитать текст в учебнике. Уточнить в справочной литературе непонятные слова.
2. Выделить главное. Кратко сформулировать основные положения теоретического материала.
3. Заполнить таблицу.

Таблица «Классификация трубопроводов»

1. По назначению					
2. По материалу					
3. По способу укладки					
4. По изображению в плане					
5. По категориям					
6. По температуре перекачиваемой среды					
7. По соотношению потерь напора					
8. По длине					

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если таблица составлена.

Оценка «не зачтено», если таблица не составлена.

Самостоятельная работа №11  
**Графическое построение последовательного и параллельного  
 соединения трубопроводов**

Задача

Построить характеристики 2-х отдельных участков труб диаметром  $d$ , длиной  $l$ , относительной шероховатостью трубы  $k$  и найти их суммарную характеристику:  
 для нечетных вариантов – участки соединяются последовательно;  
 для четных – параллельно.

Исходные данные к задаче

№ варианта	$d_1$ мм	$d_2$ мм	$l_1$ м	$l_2$ м	$k_1$ мм	$k_2$ мм
1	200	400	20	15	0,15	0,30
2	100	200	20	10	0,15	0,25
3	150	300	30	20	0,10	0,10
4	200	300	40	30	0,15	0,20
5	400	500	50	30	0,25	0,35
6	500	750	70	40	0,35	0,40
7	100	200	100	80	0,35	0,30
8	50	150	70	60	0,30	0,25

9	125	250	150	100	0,40	0,35
10	100	150	125	100	0,35	0,25
11	200	250	80	70	0,25	0,20
12	300	400	60	40	0,25	0,30
13	400	750	40	30	0,35	0,40
14	100	300	50	60	0,45	0,40
15	200	300	30	40	0,20	0,30
16	300	500	40	60	0,30	0,35
17	400	500	40	60	0,40	0,45
18	350	450	50	30	0,20	0,15
19	400	500	20	10	0,10	0,15
20	500	700	30	20	0,15	0,20
21	100	125	40	30	0,25	0,30
22	150	175	30	20	0,35	0,40
23	200	250	40	40	0,45	0,50
24	250	300	50	50	0,50	0,60
25	30	400	30	20	0,10	0,20
26	450	500	30	30	0,30	0,40
27	500	600	40	45	0,35	0,40
28	300	500	50	60	0,40	0,30
29	200	400	70	80	0,25	0,80
30	150	300	100	110	0,30	0,40
31	200	300	20	30	0,20	0,25
32	250	350	30	40	0,30	0,40

#### План решения задачи

1. Для построения графика зависимости потери напора от расхода  $h_1 = f(Q)$  находим потери для каждого участка по формуле:

$$h_1 = \lambda \frac{l}{d} \frac{\omega^2}{2g}, [\text{м}] \quad (9)$$

где:  $\lambda$  - коэффициент трения, который определяется в зависимости, от режима движения по формулам 5,6.

$\omega$ - скорость движения жидкости

$$\omega = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad [\text{м/с}] \quad (10)$$

2. Задать ряд значений  $Q = 0,01; 0,03; 0,05 [\text{м}^3/\text{с}]$

3. Найти  $h_1$  для значений  $Q_1, Q_2, Q_3$  по формуле (9).

4. Построить гидравлическую характеристику 1-го и 2-го участка (линии 1 и 2), а затем суммарную (линия 3).

Последовательное соединение:

Параллельное соединение:

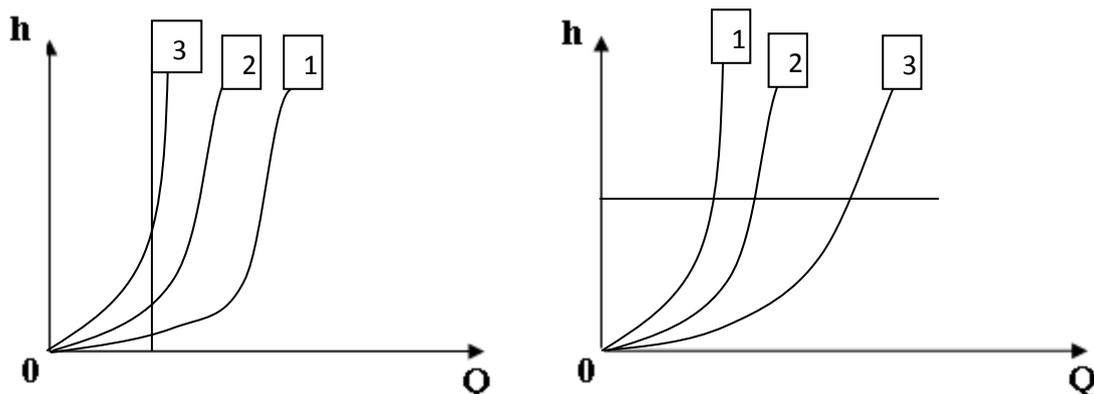


Рис. 2 Последовательное и параллельное соединение участков труб

Критерии оценки:

Оценка «5», если выполнены все пункты плана решения без ошибок.

Оценка «4», если допущена одна ошибка.

Оценка «3», если расчет выполнен, а характеристика не построена.

Оценка «2», если задание не выполнено.

### Самостоятельная работа №12

#### Построение графика совместной работы насоса и трубопровода

Методические указания

1. Построить график зависимости потери напора от расхода  $h=f(Q)$  для одного участка трубопровода (по результатам самостоятельной работы № 10).
2. Построить график зависимости напора насоса от его подачи  $H_H = f(Q_H)$  по данным таблицы 1.

Таблица 1

$Q_H, \text{л/с}$	0,0	0,01	0,03	0,05
$H_H, \text{м}$	12,0	11,9	11,7	11,5

3. Найти рабочую точку (А) пересечения кривых.
4. Определить координаты ( $H, Q$ ) рабочей точки (А).

Пример построения графика

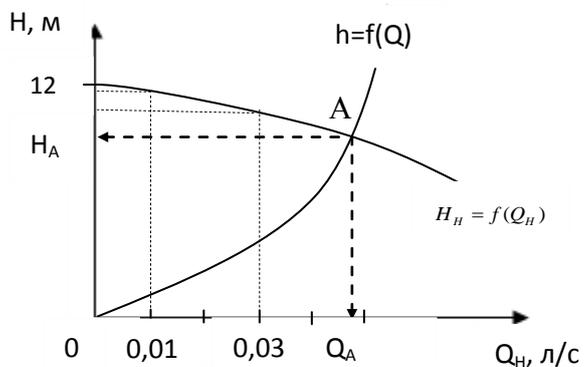


Рис. 3 Совместная работа насоса и сети

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если график совместной работы построен верно.

Оценка «не зачтено», если при построении графика допущены ошибки.

#### Самостоятельная работа №13

##### **Подготовка презентаций по разделу (темы) по выбору обучающихся**

###### Методические указания

Самостоятельная работа выполняется согласно п.п. 2.1. п. 2 данных методических указаний. Тема работы согласовывается с преподавателем заранее.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если оформление презентации соответствует требованиям, а содержание соответствует предложенной теме, раскрыто в полном объеме.

Оценка «не зачтено», если при выполнении презентации допущены грубые нарушения требований оформления и/или содержание работы не соответствует теме, материал раскрыт не в полном объеме.

#### Самостоятельная работа №14

##### **Подготовка к тестированию по теме «Гидравлический расчет трубопроводов»**

###### Методические указания

1. Повторить указанную тему по конспекту и учебнику.
2. Воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

Критерии оценки:

Оценка «зачтено», если верно ответил на 10 вопросов.

Оценка «не зачтено», если допущено 5 и более ошибок.

## Список рекомендуемой литературы

### Основные источники

1. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 254 с.– Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/559349> (ЭБС Znanium)

### Дополнительные источники

2. Гидравлика, пневматика и термодинамика : курс лекций / под общ. ред. В.М. Филина. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. – 318 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/957143> (ЭБС Znanium)

### Интернет ресурсы

1. И-Р 1 <http://mosgruz.net>
2. И-Р 2 <http://gidravl.com>
3. И-Р 3 <http://stringer46.narod.ru/>
4. И-Р 4 <http://works.tarefer.ru/81/100019/index.html>
5. И-Р 5 <http://znanium.com>(ЭБС Znanium)
6. И-Р 6 <http://e.lanbook.com>(ЭБС Лань)