

МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ГИДРАВЛИКА

Методические рекомендации по дисциплине

Специальность
20.05.01 Пожарная безопасность
(уровень специалитета)

Екатеринбург
2022

Гидравлика [Текст] : методические рекомендации по дисциплине Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета) / О.Ю.Баранова, А.А.Сушкевич, М. Р. Шавалеев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. 20 с.

Составители:

Баранова О.Ю., доцент кафедры физико-технических основ безопасности Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент;

Сушкевич А.А., заведующий кафедрой физико-технических основ безопасности Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент;

Шавалеев М.Р., старший преподаватель кафедры пожаротушения и аварийно-спасательных работ Уральского института ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент.

Методические рекомендации по дисциплине «Гидравлика» разработаны в соответствии с рабочим учебным планом и учебной программой по специальности 20.05.01 (уровень специалитета).

Методические рекомендации по дисциплине предназначены для обучаемых по очной и заочной формы обучения ФГБОУ ВО УрИ ГПС МЧС России.

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	**4**
ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	**5**
СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ	**6**
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ	**6**
ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	**22**
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	**22**
ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	**23**
РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	**23**

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по дисциплине «Гидравлика» по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета), составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по данной специальности и согласно рабочей программы дисциплины «Гидравлика».

Целями освоения дисциплины «Гидравлика являются:

– формирование современных теоретических научных знаний по законам равновесия и движения жидкостей;

– овладение способами приложения этих законов при решении практических вопросов пожарной безопасности.

Для достижения данных целей предусматривается решение следующих основных задач:

– усвоение основных законов гидростатики и гидродинамики;

– формирование умений по их применению при решении вопросов пожарной безопасности;

– овладение методами гидравлического расчета автоматических установок пожаротушения;

– формирование умений по конструированию и эксплуатации пожарных линий и рукавов, лестниц, аварийного слива ЛВЖ и ГЖ, водопроводных сооружений.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Гидравлика» направлен на формирование компетенций ОК-1 (способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу), ОК-7 (способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала) и ПК-11 (способность использовать инженерные знания для организации рациональной эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники) предусмотренных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- основные понятия и законы гидравлики;
- физическую сущность изучаемых явлений и закономерностей;
- факторы, влияющие на местные потери напора и линейные;
- влияние, на истечение жидкостей, через отверстия, насадки, короткие трубопроводы, на характеристики пожарных струй, режимных и геометрических параметров;
- причины вызывающие гидравлический удар и способы борьбы с ним;

уметь:

- применять основные законы и закономерности гидравлики при решении вопросов обеспечения противопожарной защиты;
- производить расчет систем аварийного слива ЛВЖ и ГЖ, параметров траектории струи её реакции, перфорированных трубопроводов, потерь напора в системах подачи воды, потерь давления в газовых АУП;

владеть навыками:

- о струйной модели движения жидкости;
- о дифференциальных уравнениях гидростатики и гидродинамики и методах их решения;
- о теории подобия и критериальных зависимостях;
- об основных принципах работы и совершенствования приборов и аппаратов пожаротушения;
- о методах повышения пропускной способности трубопроводов и пожарных рукавов.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). В таблице представлено распределение тем и формы аттестации очной и заочной форм обучения.

Распределение тем дисциплины «Гидравлика» по очной и заочной форме обучения

Таблица № 1

№ тем п/п	Наименование разделов и тем
1	2
Раздел 1. Гидростатика	
1	Физические свойства жидкости
2	Давление покоящейся жидкости (гидростатика)
3	Давление жидкости на плоские криволинейные стенки. Центр давления
Раздел 2 Гидродинамика	
4	Основные законы движения жидкости (гидродинамика)
5	Движение реальных жидкостей. Общее уравнение энергии. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости
6	Практическое применение уравнения Бернулли в гидравлике. Режимы движения жидкости
7	Потери напора и расчет трубопроводов
8	Истечение жидкости через отверстия и насадки
9	Гидравлические струи
10	Неустановившееся напорное движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах
11	Основы теории насосов
Итоговый контроль - экзамен	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

В данном разделе методических рекомендаций приведены основные дидактические единицы изучаемой темы, указаны ссылки на литературу. По каждой теме приведены типовые задания (задачи).

Раздел 1. Гидростатика
Тема 1. Физические свойства жидкости

Основные физические свойства жидкости: сплошность и деформируемость, плотность, удельный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, поверхностное натяжение. Исторический обзор развития

гидравлики. Понятие жидкости, ее основные свойства. Физические свойства жидкости, единицы измерения.

Задача

В вертикальном цилиндрическом резервуаре диаметром 4 м хранится 10^5 кг нефти, плотность которой при 0°С составляет 850 кг/м^3. Определить колебания уровня в резервуаре при изменении температуры нефти от 0 до 30°С. Расширение резервуара не учитывать. Коэффициент температурного расширения нефти принять α_T = 0,00072 1/град.

Решение

Дано:	Решение
d = 4 м m = 10^5 кг ρ = 850 кг/м^3 t_1 = 0°С t_2 = 30°С α_T = 0,00072 1/град	Коэффициент температурного расширения жидкости показывает относительное изменение объема жидкости при изменении температуры: $\frac{\Delta W}{W} = \alpha \cdot \Delta t.$
Найти: Δh	Объем нефти найдем из известной плотности: $\gamma = \rho g = \frac{P}{W}$ P= ρgW mg= ρgW $W = \frac{m}{\rho}.$

Так как резервуар имеет цилиндрическую форму, то:

$$\Delta W = \frac{\pi d^2}{4} \Delta h.$$

Откуда искомые колебания уровня в резервуаре

$$\Delta h = \frac{4}{\pi d^2} \cdot \frac{m}{\rho} \cdot \alpha \cdot \Delta t.$$

Произведем расчеты:

$$\Delta h = \frac{4}{3.14 \cdot 4^2} \cdot \frac{10^5}{850} \cdot 0.00072 \cdot 30 = 0{,}202 \text{ м}$$

Ответ: $\Delta h = 0{,}202$ м.

Перечень формируемых компетенций: ОК-1, ОК-7,.

Литература:

Основная: 1-5, 7-9.

Дополнительная:12, 13, 15, 16.

Электронные ресурсы: 2.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

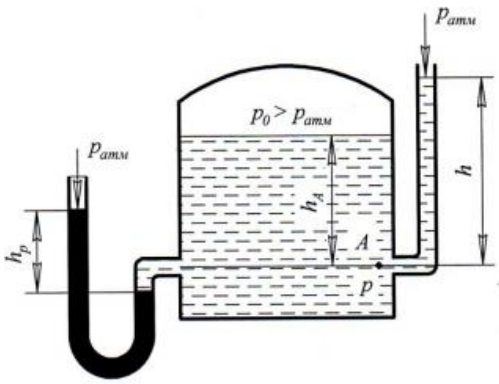
Тема 2. Давление покоящейся жидкости (гидростатика)

Силы, действующие в жидкостях. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения гидростатики и их интегрирование. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Поверхности равных давлений. Закон Паскаля, использование его в пожарной технике. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Диаграмма давлений. Пьезометрическая высота и гидростатический напор. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

Основное уравнение гидростатики и его физический смысл. Гидростатическое давление и его свойства. Пьезометрическая и вакуумметрическая высоты. Дифференциальные уравнения гидростатики, их вывод. Эпюры гидростатического давления.

Задача 10. Определить абсолютное и манометрическое гидростатическое давление в точке А (рис.), расположенной в воде на глубине h_A=2,5 м., пьезометрическую высоту для точки А при абсолютном гидростатическом давлении на поверхности p_0=1,5 кгс/см^2

Решение

Дано:	Решение
h_A=2,5 м. p_0=1,5 кгс/см^2=150000Па	
Найти: $p_{абс}$-? $p_{изб}$-? h_p	

Абсолютное гидростатическое давление в точке А по основному уравнению гидростатики

$$p = p_0 + \rho g h_A = 150000 + 1000 * 9{,}8 * 2{,}5 = \mathbf{174500}\text{Па}$$

где p_0-давление на свободную поверхность воды

Манометрическое давление в точке А

$$p_м = p_{абс} - p_{атм} = 174500 - 100000 = \mathbf{74500}\text{Па}$$

Пьезометрическая высота для точки А

$$h = \frac{p_м}{\rho g} = \frac{74500}{1000 * 9{,}8} = \mathbf{7{,}6}\ \text{м.вод.ст}$$

Равенство давлений в ртути и воде на поверхности раздела:

$p_{атм} + \rho_р g h_р = p_0 + \rho g h_A$

приводит к выводу, что манометрическое давление в точке А уравновешивается весом столба ртути высотой $h_р$ над поверхностью раздела:

$p_м = \rho_р g h_р = p_0 + \rho g h_A - p_{атм}$

Следовательно пьезометрическая высота ртутного столба (плотность ртути при нормальных условиях 13600 кг/м^3)

$$h_р = \frac{74500}{13600 * 9.8} = \mathbf{0.55}\ \text{м.рт.ст.}$$

Перечень формируемых компетенций: ОК-1.

Литература:

Основная: 1, 2, 7, 8, 9,10.

Дополнительная: 12, 15, 17.

Электронные ресурсы: 24, 26, 27.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9, 10, 11.

Тема 3. Давление жидкости на плоские и криволинейные стенки. Центр давления

Аналитический и графоаналитический методы определения силы и центра давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Эпюры давления. Закон Архимеда. Практическое применение законов гидравлики в пожарном деле.

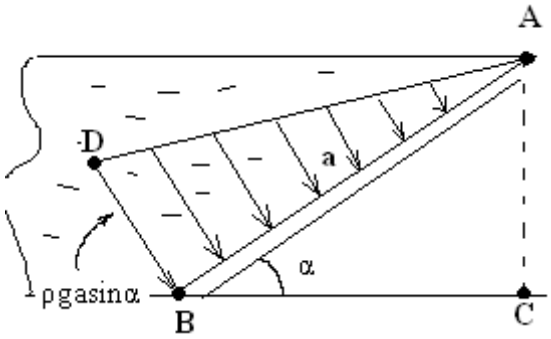
Определение силы и центра давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Простейшие гидравлические машины. Закон Архимеда (условие плавания тел).

Задача

Определить давление воды на плоскую прямоугольную стенку наклоненную под углом 30^0 к горизонту, если длина стенки 5 м, а ширина 8 м

Решение

Дано:	Решение
a= 5м b = 8 м α=30^0	P=ρgh P_A=ρgh_A h_A=0 P_A=0 P_B=ρgh_B $sin\alpha = \frac{AD}{AB}$ $AC = ABsin\alpha$=asinα P_B= ρgasinα
Найти: P-? Эпюру-?	



$P=V=S_{осн}*b \qquad S_{осн}=1/2*BD*AB=1/2*a*\rho ga*\sin\alpha=(\rho ga^2\sin\alpha)/2$

$P=(\rho ga^2\sin\alpha*в)/2 =(1000*10*25*1*8)/2*2=500000$ Па=500кПа

Перечень формируемых компетенций: ПК-11.

Литература:

Основная: 3, 5, 7.

Дополнительная: 14-19.

Электронные ресурсы: 24, 26, 27.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Раздел 2. Гидродинамика

Тема 4. Основные законы движения жидкости (гидродинамика)

Дифференциальные уравнения движения жидкости и их интегрирование. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Линия тока, элементарная струйка, поток. Расход жидкости. Живое сечение потока. Средняя скорость Эпюра скоростей. Параллельноструйное, плавно изменяющееся и резко изменяющееся движения жидкости. Уравнение неразрывности (или сплошности) движущейся жидкости в случае установившегося движения. Неравномерное и равномерное движения. Напорное и безнапорное движения, свободные струи. Гидравлические элементы живого сечения. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и его интерпретация.

Гидравлические элементы живого сечения. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.

Перечень формируемых компетенций: ОК-1.

Литература:

Основная: 1, 2-4, 7, 10.

Дополнительная: 12, 13.

Нормативно правовые акты и документы: 19-23.

Электронные ресурсы: 24, 26, 27.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 5. Движение реальных жидкостей.

Общее уравнение энергии. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости

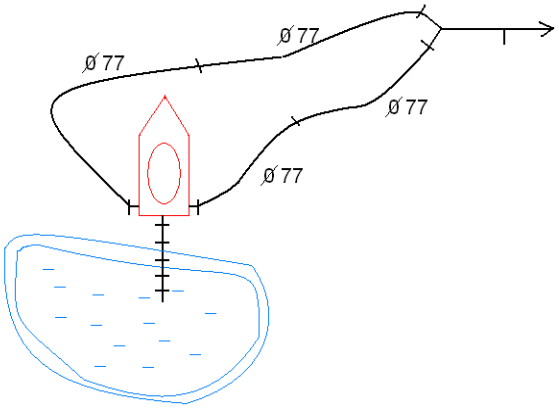
Основные законы движения потока реальной жидкости. Распределение давлений в живых сечениях потока при установившемся, плавно изменяющемся движении. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости

при установившемся движении жидкости. Геометрическая интерпретация и физический смысл уравнения Бернулли.

Задача

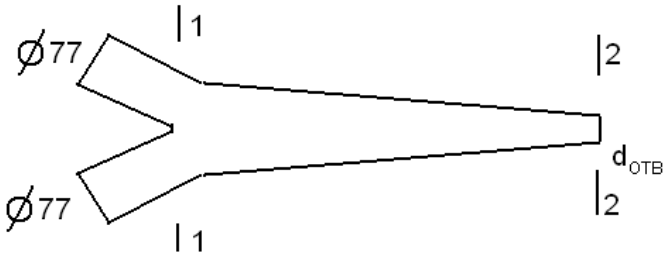
Определить какое необходимо создать давление на насосе, чтобы лафетный ствол обеспечивал расход равный Q = 15л/с. Потерями давления пренебречь. Диаметр выходного отверстия d=21мм. Схема подсоединения лафетного ствола показано на рисунке.

Решение

Дано:	Решение
d = 21 мм =21*10^{-3} м Q = 15 л/с = = 1,5·10^{-2} $м^3$/с	
Найти: P-?	

Т.к. потерь в данном случае нет, следовательно, давление на входе в лафетный ствол равно давлению на насосе.

Составим схематичный рисунок лафедного ствола:



Схематичный рисунок

лафетного ствола с выбор сечений

Вода поступает через два рукава по 77 мм и вылетает, создавая струю, через отверстие.

Составляется уравнение Бернулли для сечений 1-1 и 2-2.

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha \cdot v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha \cdot v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

Производится анализ слагаемых уравнения:

$z_1 = z_2$ т.к. находится на одном уровне;

P_2 - атмосферное давление;

P_1 - давление на насосе (т.к. потерь нет);

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$

Скорости движения воды в сечениях, определяется из формулы $Q = V \cdot \omega$;

где $\omega = \frac{\pi d^2}{4}$ - площадь поперечного сечения.

$$v_1 = \frac{Q}{w_1} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot (77 * 10^{-3})^2 \cdot 2} = 1.61 \text{ м/с}$$
$$v_2 = \frac{Q}{w_2} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot (21 * 10^{-3})^2} = 43 \text{ м/с}$$

Подставляем значения в уравнение Бернулли:

$$\frac{p_1}{10000} + \frac{1 \cdot 1{,}61^2}{20} = \frac{100000}{10000} + \frac{1 \cdot 43^2}{20}$$
$$\frac{p_1}{10000} + 0{,}13 = 10 + 92$$

$$\frac{p_1}{10000} = 101{,}9$$
$$p_1 = 101{,}9 \cdot 10000 = 10{,}19 \text{ атм}$$

Ответ: $p_1 = 10{,}19$ атм

Перечень формируемых компетенций: ОК-1, ОК-7.

Литература:

Основная: 1-6, 8-10.

Дополнительная: 12, 15, 17, 18.

Электронные ресурсы: 25.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 6. Практическое применение уравнений Бернулли в гидравлике. Режимы движения жидкости

Гидравлическое уравнение количества движения реальных жидкостей. Примеры практического применения уравнения Бернулли в проектировании аппаратов пожарной и спасательной техники. Принцип действия струйных

насосов. Два режима движения реальной жидкости. Число Рейнольдса. Режимы движения жидкости. Методика экспериментального исследования режимов движения. Изменение коэффициента сопротивления трения в зависимости от режимов движения жидкости (график Никурадзе).

Перечень формируемых компетенций: ПК-11.

Литература:

Основная: 3, 5, 7.

Дополнительная: 14-17.

Электронные ресурсы: 24, 26, 27.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 7. Потери напора и расчет трубопроводов

Виды гидравлических сопротивлений. Вывод общих формул для определения потерь напора. Теоретические методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. Экспериментальные методы определения потерь напора и коэффициентов гидравлического сопротивления. График Никурадзе. Влияние режима движения жидкости и шероховатости трубопровода на линейный коэффициент гидравлического сопротивления и потери напора. Физический смысл влияния шероховатостей. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Методика расчета потерь напора в трубах. Местные сопротивления. Изменение коэффициента местного сопротивления в зависимости от числа Рейнольдса и вида местного сопротивления. Классификация трубопроводов и основные расчетные формулы. Гидравлический расчет «длинных» трубопроводов при параллельном и последовательном соединении. Расчет «коротких» трубопроводов. Определение потерь напора в пожарных рукавах. Методы снижения потерь напора. Гидравлический расчет простых трубопроводов. Физический смысл влияния шероховатости на величину потерь напора. Гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы. Определение потерь напора в пожарных рукавах.

Задача

Определить расход в трубе для подачи воды (вязкость ν=0,001 Ст) на высоту H=16,5 м., если диаметр трубы d=10 мм., ее длина L=20 м., располагаемый напор в сечении трубы перед краном $H_{расп}$=20м., коэффициент сопротивления крана ζ_1=4, колена ζ_2=1. Трубу считать гидравлически гладкой.

Решение

Дано

ν=0,001 Ст=1 см^2/с=0,0001м^2/с

H=16,5 м.

d=10 мм.

L=20 м.

Решение

Уравнение Бернулли для сечений 1-1 и 2-2 относительно плоскости сравнения, совпадающей с горизонтальной осью трубы, будет иметь вид: $0 + \frac{p_1 + p_{am}}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = H + \frac{p_{am}}{\rho g} + 0 + \sum h_{mp}$ или

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = H + \sum h_{mp}$$

Располагаемый напор $H_{расп}$ будет равен:

$H_{расп}$=20м.
ζ_1=4
ζ_2=1.
Найти:
Q-?

$$H_{расп} = \frac{p_1}{\rho g} = H + h_{тр} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}$$

Выразим скорость V_1 из уравнения расхода и подставим в скоростной напор $\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}$. Тогда

$$H_{расп} = H + h_{тр} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = H + h_{тр} - \frac{\alpha 8Q^2}{\pi^2 d^4 g}$$

Гидростатический напор в данном случае равен высоте Н ($H_{ст}$=Н)

Потери напора $h_{тр}=KQ^m$, где $K = (\lambda\frac{L}{d} + \zeta_м)\frac{8}{g\pi^2 d^4}$

Местные потери напора будут равны:

$$\sum h_м = (\zeta_{кр} + \zeta_{пов} + \zeta_р) = (4 + 1 + 4) = 6$$

Можно записать что

$$KQ^m = H_{расп} - H_{ст} + \frac{\alpha 8Q^2}{\pi^2 d^4 g} = 20 - 16.5 + \frac{\alpha 8Q^2}{\pi^2 d^4 g} = 3.5 + \frac{\alpha 8Q^2}{\pi^2 d^2 g}$$

Предположим, что режим движения жидкости – турбулентный (α=1). Тогда в этом уравнении две неизвестных – Q и λ_τ. Решим задачу методом последовательных приближений, задавая значение λ_τ (λ_τ находится в пределах 0,01-0,04) Пусть λ_τ=0,03, тогда, выразив число Рейнольдса R_e из формулы Блазиуса для гидравлических труб, получим:

$$R_e = \left(\frac{0{,}316}{\lambda_\tau}\right)^4 = 12\,310 > R_{e\,кр} = 2300$$

Предположение о турбулентном движении жидкости верно. Тогда уравнение для потерь напора будет выглядеть так:

$$h_{тр} = KQ^m - \frac{\alpha 8Q^2}{\pi^2 d^4 g} = (\lambda_\tau \frac{L}{d} + \sum h_m - \alpha)\frac{8Q^2}{g\pi^2 d^4} = 3.5\ м$$

Определим скорость V и расход Q при R_e=12310 ($\lambda_\tau = 0.03$)

$$V = \frac{R_e \nu}{d} = \frac{12\,310 * 0.01 * 10^{-4}}{0.01} = 1.23\ м/с$$

$Q = V\frac{\pi d^2}{4} = 1.23\frac{3.14*0.01^2}{4} = 0.096 * 10^{-3}$ м^3/с Тогда

$$(\lambda_\tau \frac{L}{d} + \sum h_m - \alpha)\frac{8Q^2}{g\pi^2 d^4} = \left(0{,}03\frac{20}{0{,}01} + 6 - 1\right)\frac{8(0{,}096 * 10^{-3}}{9{,}8 * 3{,}14^2 * 0{,}01^4} = 4{,}96\ м$$

Что не соответствует разности $H_{расп}$-$H_{ст}$=20-16,5=3,5 м.

Примем значение λ_τ=0,032, тогда R_e=9509; V=0,95 м/с; Q=0,075*10^{-3}м^3/с

$$(\lambda_\tau \frac{L}{d} + \sum h_m - \alpha)\frac{8Q^2}{g\pi^2 d^4} = 3{,}21 \neq 3{,}5$$

Примем значение λ_τ=0,0316, тогда R_e=10 000; V=1 м/с; Q=0,078*10^{-3}м^3/с

$$(\lambda_\tau \frac{L}{d} + \sum h_m - \alpha)\frac{8Q^2}{g\pi^2 d^4} = 3{,}5 = H_{расп} - H_{ст}$$

Итак, методом последовательных приближений значение расхода $Q=0,078*10^{-3}$ $м^3/с$

Перечень формируемых компетенций: ОК-1.

Литература:

Основная: 1, 2, 3, 8, 9.

Дополнительная: 12, 15, 17.

Электронные ресурсы: 24, 26, 27.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 8. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Истечение жидкости из круглого отверстия в тонкой стенке. Сжатие струи. Коэффициенты скорости истечения и расхода. Истечение жидкости через затопленные отверстия. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков. Скорость и расход при истечении жидкости через внешний цилиндрический насадок. Вакуум в цилиндрическом насадке. Особенности истечения жидкости из насадков других типов. Вывод формулы для определения расхода жидкости при истечении через затопленные отверстия (под уровень). Вывод формулы для определения скорости и расхода жидкости при истечении через малые отверстия в тонкой стенке (случай истечения в атмосферу).

Перечень формируемых компетенций: ОК-1, ОК-7.

Литература:

Основная: 1-5, 7-9.

Дополнительная: 12, 13, 15, 16.

Электронные ресурсы: 25.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 9. Гидравлические струи

Классификация струй. Компактная и раздробленная части струи. Методы анализа устойчивости и причины распада компактной части струи. Инверсия струи. Траектория струи. Высота подъема и дальность полета струи. Формулы Люгера и Фримана. Расчет наклонных струй. Влияние насадков на характеристику сплошных струй. Инверсия струи. Элементы траектории пожарных струй и их соотношение. Связь между радиусом действия компактной части струи, диаметром насадка, напором и расходом. Реакция струи, давление струи. Распыленные струи и способы их получения. Сжатие струи; вид сжатия, коэффициент скорости, истечения и расхода, их физический смысл, инверсия струи. Вывод формулы для определения расхода жидкости при истечении через систему коротких трубопроводов при постоянном напоре. Вывод формулы для определения величины вакуума в сжатом сечении струи

вытекающей из цилиндрического насадка. Вывод формулы для определения реакции струи, вытекающей из пожарного ствола. Роль насадков пожарных стволов.

Перечень формируемых компетенций: ОК-1.

Литература:

Основная: 1, 2, 6, 7, 8, 9.

Дополнительная: 12, 13, 15.

Электронные ресурсы: 22, 24, 25.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 10. Неустановившееся напорное движение жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах

Уравнение Бернулли для элементарной струйки в случае неустановившегося движения. Уравнение Бернулли для целого потока реальной жидкости. Гидравлический удар в трубопроводах. Повышение давления при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны. Фаза удара. Полный и неполный удар. Диаграмма давлений при гидравлическом ударе. Гидравлический удар в трубах; фаза и скорость распространения ударной волны, полный и неполный удар, вывод формулы для определения давления при гидравлическом ударе (формула Жуковского). Способы уменьшения давления при гидравлическом ударе.

Перечень формируемых компетенций: ОК-1, ОК-7.

Литература:

Основная: 1-5, 7-9.

Дополнительная: 12, 13, 15, 16.

Электронные ресурсы: 25.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

Тема 11. Основы теории насосов

Краткие сведения о гидромашинах. Классификация насосов и их основные рабочие параметры. Напор насоса. Баланс энергии в насосе. Высота всасывания и явление кавитации. Вакуумметрическая и геометрическая высота всасывания. Определение максимально допустимой высоты всасывания.

Схемы и принцип действия центробежного насоса. Движение жидкости в рабочем колесе. Основное уравнение центробежного насоса и его анализ. Типы лопастей и влияние их форм на величину напора. Законы подобия. Характеристики центробежных насосов и их изменение при изменении числа оборотов, обточке рабочего колеса. Основные рабочие параметры насоса. Баланс энергии в насосе. Высота всасывания и явление кавитации.

Вакуумметрическая и геометрическая высота всасывания. Движение жидкости в рабочем колесе. Основное уравнение центробежного насоса.

Перечень формируемых компетенций: ОК-1, ОК-7.

Литература:

Основная: 1-5, 7-9.

Дополнительная: 12, 13, 15, 16.

Электронные ресурсы: 25.

Учебно-методическое обеспечение вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение: 9,10,11.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КОНТРОЛНЫХ РАБОТ

Контрольная работа № 1. «Гидростатика».
Контрольная работа № 2. «Гидродинамика».

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ВЫНЕСЕННЫХ НА ЗАНЯТИЯ ПО КОНТРОЛЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контроль самостоятельной работы по разделам «Гидростатика» и «Гидродинамика»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Знание законов гидравлики необходимы при экспертизе проектов и обследовании систем противопожарного водоснабжения, автоматических установок пожаротушения, систем аварийного слива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, при определении радиуса действия струй. Применяемых в пожарном деле, и их реакции, для правильной эксплуатации и выбора типа пожарных насосов и т.д.и Гидравлика является одной из фундаментальных дисциплин, знание которой необходимо инженеру пожарной безопасности. Основными формами проведения учебных занятий по дисциплине являются лекционные, практические и лабораторные занятия. Лекционные занятия призваны раскрывать суть законов гидравлики, иллюстрируя их конкретными примерами. Лекционный материал должен быть актуальным, носить научный характер, излагаться в доступной, логичной форме. Практические занятия должны способствовать развитию самостоятельности мышления, умения обобщать теоретический материал и применять его к решению на практике. Лабораторные занятия позволяют усвоить и закрепить теоретические знания, выявить физическую сущность гидравлических явлений и опытно подтвердить их закономерности, проверить значения эмпирических коэффициентов в теоретических зависимостях, а также приобрести навыки по самостоятельному

проведению и обработке результатов гидравлических исследований. Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика: Учебник. – М.:ИНФРА-М, 2017. – 420 с.
2. Кудинов А.А. Гидрогазодинамика: учеб. Пособие /А.А. Кудинов. – М.: ИНФА-М, 2018. – 336 с.
3. Бубков В.П., Репин Д.С. Гидравлика: учебное пособие для слушателей факультета заочного обучения по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. – 103с.
4. Карама Е.А. «Гидравлика в пожарном деле»: Учеб. пособие.- Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2012. - 113 с.
5. Карама Е.А. Сборник профессионально-ориентированных учебно-творческих задач по гидравлике и противопожарному водоснабжению. Учеб. пособие.- Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2011. - 107 с.
6. Косой В.Д., Рыжов С.А. Гидравлика (с примерами решения инженерных задач). – М.: ДеЛи принт, 2008. – 495 с.
7. Лапшев Н.Н. Гидравлика: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Н.Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.
8. Ухов С.В. Гидравлика: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФА-М, 2010.- 464 с.
9. Дальков М.П., Шавалеев М.Р., Тикина И.В., Попова С.В.. [текст] Методические рекомендации по самостоятельному изучению дисциплины по направлению подготовки 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета). - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2017. 34 с.
10. Дальков М.П., Шавалеев М.Р., Тикина И.В., Попова С.В.. [текст] Методические рекомендации по самостоятельному изучению дисциплины по направлению подготовки 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета). - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2017. 105 с.
11. Гидравлика: лабораторный практикум. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность (уровень специалитета): учебное пособие/ Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 53 с.

Дополнительная литература

12. Абросимов Ю.Г. Гидравлика и противопожарное водоснабжение / Абросимова Ю.Г. –М. АГПС МЧС России, 2005 г. – 312 с.

13. Баскин Ю.Г., Белявцев А.И. Противопожарное водоснабжение . Сборник задач. –М.: МССШМ МВД СССР, 1986 г. – 86 с.
14. Качалов А.А. Задачник по гидравлике и противопожарному водоснабжению./ Часть I. Гидравлика в пожарном деле. –М.:ВИПТШ МВД СССР, 1989г. –116 с.
15. Калицун В.И., Кедров В.С., Ласков Ю.М.. Гидравлика, водоснабжение и канализация. –М.: Стройиздат, 2002 г. – 120 с.
16. Тарасов-Агалаков Н.А.. Практическая гидравлика в пожарном деле. –М.: Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1959 г. – 80 с.
17. Чугаев Р.Р., Гидравлика. – Л.:Энергия, 1982.- 672с.
18. Ходаков В.Ф.. Гидравлика в пожарном деле. –М.: Высшая школа МООП РСФСР, 1965г. – 90 с.

Нормативные правовые акты и нормативные документы

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. ФЗ №123 от 22.06.08, Екатеринбург, 2009 г.
20. СП 8.13130.2009 Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. М., 2009г. - 17с.
21. СП 10.13130.2009 Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. М., 2009г.- 9с.
22. СП 30.13330.2012 Внутренней водопровод и канализация зданий. М., 2012. - 56 с.
23. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Технорматив, 2013. – 98 с.

Электронные ресурсы

24. . Сайт ВНИИПО http://www.mtu-net.ru/pojstat16/index.htm;
25. Раздел Статистика сайта МЧС России http://www.mchs.gov.ru/stats;
26. . Сайт http://www.fire-fight.ru;
27. . Сайт http://66.mchs.gov.ru;
28. . Электронно-библиотечная система IPRbooks,http://www.iprbookshop.ru/;
Электронный учебник «Электронный помощник в решении пожарно-тактических задач» / С.А. Бараковских, Е.А. Карама, С.Л. Харько – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2015 г.

РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Справочная система КонсультантПлюс: http://www.consultant.ru/
2. Информационно-правовая система ГАРАНТ: http://garant.ru/
3. Бесплатная библиотека документов: http://norm-load.ru/
4.Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (window.edu.ru).

Баранова О.Ю.
Сушкевич А.А.
Шавалеев М.Р.

ГИДРАВЛИКА

Методические рекомендации по дисциплине

В авторской редакции