

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



**Методические рекомендации  
для самостоятельной работы  
обучающихся по дисциплине  
«Противопожарное водоснабжение»  
(специальность 40.05.03 «Судебная экспертиза»)**

**Иваново**

### **Зарубина Е.В.**

Методические рекомендации для самостоятельного изучения учебной дисциплины «Противопожарное водоснабжение» для обучающихся (специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза») – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019.- 38 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Противопожарное водоснабжение» в соответствии с требованиями государственного стандарта и рабочей программы курса «Противопожарное водоснабжение», рекомендации по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины; пожелания по изучению отдельных тем курса; рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса; рекомендации по работе с литературой; рекомендации по подготовке к контрольной работе, курсовому проекту (в соответствии с учебным планом); рекомендации по подготовке к зачету; разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса.

Предназначено для обучающихся по специальности 40.05.03. «Судебная экспертиза».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Основы теории насосов. Насосно-рукавные системы

Тема 2. Противопожарное водоснабжение поселений, городских округов и промышленных объектов

Тема 3. Расходы воды и напоры в наружных противопожарных водопроводах

Тема 4. Контроль самостоятельной работы

Тема 5. Обеспечение надежности работы систем противопожарного водоснабжения

Тема 6. Специальные наружные противопожарные водопроводы высокого давления

Тема 7. Противопожарное водоснабжение внутри зданий

Тема 8. Специальные внутренние противопожарные водопроводы

Тема 9. Обследование систем противопожарного водоснабжения

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Примеры расчета рабочих характеристик центробежных насосов

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Примеры определения расхода, напора воды и числа пожарных струй

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ по дисциплине «Противопожарное водоснабжение»

## ВВЕДЕНИЕ

При борьбе с пожарами вопросы противопожарного водоснабжения всегда были и остаются в центре внимания. Противопожарное водоснабжение - комплекс инженерных сооружений и организационных мероприятий, с помощью которых обеспечивается подача воды к месту пожара

Дисциплина «Противопожарное водоснабжение» является основой для изучения таких профилирующих дисциплин, как «Пожарная безопасность в строительстве», «Пожарная тактика», «Пожарная техника», «Производственная и пожарная автоматика».

Целью изучения дисциплины «Противопожарное водоснабжение» является приобретение слушателями теоретических знаний по методикам расчета насосно-рукавных систем, определения расхода воды и напора в наружных и внутренних противопожарных водопроводах, обеспечению надёжности работы систем противопожарного водоснабжения, проведению экспертизы проектных материалов и практических навыков по обследованию систем противопожарного водоснабжения.

Задачами дисциплины являются:

- теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов к решению вопросов пожарной безопасности объектов в области противопожарного водоснабжения;
- приобретение обучаемыми теоретических знаний и практических навыков по овладению методами гидравлического расчета систем подачи воды к месту пожара;
- приобретение обучаемыми теоретических знаний и практических навыков по овладению методами обследования систем противопожарного водоснабжения.

Дисциплина «Противопожарное водоснабжение» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки специалиста.

Содержание курса базируется на следующих знаниях по дисциплинам «Высшая математика», «Физика», «Гидравлика», «Пожарная техника»:

- основные понятия высшей математики;
- основы общей, неорганической, физической, коллоидной и органической химии;
- естественные процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере, литосфере;
- основные законы гидромеханики;
- методы гидродинамических расчетов;
- устройство, технические характеристики пожарной техники и оборудования.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- физические величины, погрешности, методы измерений, средства измерений и основы технического регулирования;

- принципы обеспечения надежности систем противопожарного водоснабжения;

**Уметь:**

- проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем;
- обеспечивать техническую готовность пожарной техники и оборудования;
- применять нормативно-правовые и нормативно-технические акты, регламентирующие пожарную безопасность зданий, сооружений, предприятий и населенных пунктов, а также деятельность пожарной охраны;
- проводить анализ и разрабатывать мероприятия, направленные на повышение противопожарной устойчивости населенных пунктов и организаций.

**Владеть:**

- навыками проведения мероприятий по надзору за выполнением установленных требований пожарной безопасности.

При изучении дисциплины планируется проведение лекций, семинаров и практических занятий, деловой игры, контрольной работы. Основное учебное время отводится на проведение семинаров и практических занятий. На практических занятиях планируется решение задач с использованием действующих нормативных документов, организация и проведение пожарно-технических обследований действующих производственных объектов.

Содержание и порядок курсового проектирования определяется решением методической секции. Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования объем учебной работы составляет:

Кроме основной и дополнительной литературы, приведенной ниже, при изучении дисциплины рекомендуется использовать бюллетени, информационные письма, научные издания, сборники публикаций научно-технических конференций, периодически издаваемые МЧС России, Всероссийским научно-исследовательским институтом противопожарной обороны МЧС России и ВУЗа-ми России.

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Бубнов В. Б., Елин Н. Н, Снегирев Д.Г. Противопожарное водоснабжение: Учебное пособие для курсантов, слушателей и студентов всех форм обучения по специальностям 280104.65 «Пожарная безопасность», 280102.65 Безопасность технологических процессов и производств». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС России, 2010.-152 с.
2. Бубнов В. Б., Елин Н.Н., Снегирев Д. Г. Насосные станции: Учебное пособие для курсантов, слушателей и студентов всех форм обучения по специальностям

стям 280104.65 «Пожарная безопасность», 280102.65 Безопасность технологических процессов и производств». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС России, 2012.-129 с.

#### Дополнительная

1. Полякова Е.В., Наумов А. Г., Сайбель С.Ю. Противопожарное водоснабжение (примеры и задачи). Учебное пособие для курсантов и слушателей всех форм обучения. По специальности 280705 «Пожарная безопасность». – Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014.
2. Бубнов В.Б. Полякова Е.В. Задания и методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Противопожарное водоснабжение». – Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014.
3. Абросимов Ю.Г., А.И. Иванов, А.А. Качалов Противопожарное водоснабжение. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008-381 с.

#### Нормативная и нормативная правовая

1. ФЗ № 123 от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ Р 53331- 2009 Техника пожарная стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: 2009
3. ГОСТ Р 12.4.026-2001 Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний;
4. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*;
5. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*»;
6. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности»;
7. СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

#### Интернет-ресурсы

<http://www.garant.ru/>

<http://192.168.32.106/eduserver/documents.php?ch=2>

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## Тема 1. Основы теории насосов. Насосно-рукавные системы

По данной теме читаются лекции, проводятся практические занятия по решению задач и выполняется лабораторная работа.

Работа насоса характеризуется следующими параметрами: подачей  $Q$ , м<sup>3</sup>/с (л/с); напором  $H$ , м; потребляемой мощностью  $N$ , кВт; коэффициентом полезного действия  $\eta$  и высотой всасывания  $H_{вс}$ , м.

Рабочая точка насоса задаётся параметрами  $Q$  и  $H$ , для определения которых необходимо рассчитать сопротивление системы рукавной линии определяется по формуле:

$$S_c = S_M n_M + \frac{1}{\left( \frac{1}{\sqrt{n_1 S_1 + S_{CT1}}} + \frac{1}{\sqrt{n_2 S_2 + S_{CT2}}} + \frac{1}{\sqrt{n_3 S_3 + S_{CT3}}} \right)^2}, \quad (\text{с/л})^2 \text{м}$$

где  $S_M$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ — сопротивление одного рукава соответственно в магистральной, первой, второй и третьей линии, (с/л)<sup>2</sup>м;

$n_M$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ — количество рукавов в соответствующих линиях, шт.;

$S_{CT1}$ ,  $S_{CT2}$ ,  $S_{CT3}$ — сопротивление насадков стволов соответствующих линий, (с/л)<sup>2</sup>м;

Определив сопротивление системы, рассчитываем максимальный расход воды, подаваемый насосно-рукавной системой.

$$Q = \sqrt{\frac{a - z}{b + S_c}}, \quad \text{л/с}$$

где  $a, b$  — коэффициенты характеристики пожарного насоса;

$z$  — высота поднятия стволов, м.

Напор насоса определяется из выражения

$$a - b Q^2 = S_c Q^2 + z$$

$$H = S_c Q^2 + z, \quad \text{м}$$

Одной из основных задач гидравлического расчёта насосно-рукавных систем является определение напора насоса, если заданы расчётный расход воды, а также диаметр и длина рукавных линий.

Часто в практике пожаротушения применяется смешенное соединение насосно-рукавной системы, обеспечивающее подачу нескольких стволов, работа которых обеспечивается самостоятельными рабочими рукавными линиями, подсоединёнными через разветвление к магистральной рукавной линии.

При смешенном соединении напор в точке  $A$  на рукавном разветвлении по  $i$  — ой рабочей рукавной линии, равен:

$$H_{Ai} = (n_i S_{pi} + S_{cti}) Q_i^2 + z_i, \quad \text{м},$$

где:  $S_{pi}$ — сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м, (с/л)<sup>2</sup>м;

$n_i$ — количество напорных рукавов в линии;

$S_{cti}$ — сопротивление ствола с диаметром насадка, (с/л)<sup>2</sup>м;

$Q_i$ - расход воды для ствола с диаметром насадка, л/с;

$z_i$ - разность высот между расположением ствола и рукавным разветвлением, м.

Определив напор на рукавном разветвлении по  $i$  – ой рабочей рукавной линии, рассчитываем расход воды по двум рабочим рукавным линиям.

$$Q_i = \sqrt{\frac{H_{Ai} - z_i}{n_i S_{pi} + S_{cti}}}, \text{ л/с}$$

Рассчитываем расход воды в магистральной линии.

$$Q_M = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ л/с}$$

Требуемый напор поддерживаемый на насосе составляет

$$H_H^{TP} = n_M S_M Q_M^2 + z_A + h_A + H_{Ai}, \text{ м}$$

где:  $S_M$ - сопротивление одного магистрального рукава длиной 20 м, (с/л)<sup>2</sup>м;

$n_M$ - количество рукавов магистральной линии;

$z_A$ - разность высот между расположением трёхходового рукавного разветвления и насоса, м;

$h_A$ - потери насоса в разветвлении, м.

Для симметричных насосно-рукавных систем, т.е систем где магистральные и рабочие рукавные линии включают одинаковое количество рукавов одного диаметра, диаметры насадок стволов равны и подняты на одну и ту же высоту относительно оси насоса, то требуемый напор на насосе определяется по формуле

$$H_H^{TP} = S_c Q_H^2 + z + h_A, \text{ м}$$

где:  $S_c$ - сопротивление рукавной системы, (с/л)<sup>2</sup>м;

$Q$  – подача насоса, л/с.

Сопротивление рукавной системы вычисляется как

$$S_c = \frac{n_M S_M}{\varepsilon^2} + \frac{n_i S_{pi} + S_{cti}}{\delta^2}, \text{ (с/л)}^2 \text{ м}$$

где:  $\varepsilon$  – количество магистральных линий;  $\delta$  – количество рабочих линий.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Значение и место дисциплины «Противопожарное водоснабжение» в системе профессиональной подготовки личного состава подразделений пожарной охраны. Классификацию насосов. Рабочие параметры насосов. Основное уравнение центробежных насосов. Работу насоса на сеть. Виды насосно-рукавных систем.

**Уметь:** Определять рабочие параметры насосов и рабочую точку. Рассчитывать насосно-рукавные системы с ручными стволами. Рассчитывать насосно-рукавные системы, осуществляющие перекачку воды. Рассчитывать насосно-рукавные системы, обеспечивающие работу лафетных стволов. Определять напор на насосе при заборе воды гидроэлеваторными системами.

**Иметь представление:** О принципе работы насосов. Об энергетическом балансе в насосе. О явлении кавитации и способах её устранения. О влиянии формы лопастей центробежных насосов на создаваемый напор. О регулирование работы насоса.



**Уметь применять:** Лабораторные установки при определении рабочих характеристик насосов. Гидравлический расчёт насосно-рукавных систем в решении задач на подачу воды при тушении пожара.

**Литература:** основная (1), дополнительная (1, 2, 3).

## **Тема 2. Противопожарное водоснабжение населённых пунктов и промышленных объектов**

По данной теме читается лекция, проводятся семинарские занятия, выдаётся задание на курсовое проектирование на практическом занятии по выполнению курсового проекта «Противопожарное водоснабжение».

Система водоснабжения - это комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для забора воды из природных источников, подъема ее на высоту, очистки (в случае необходимости), хранения запасов воды и подачи ее к местам потребления.

Системы водоснабжения (водопроводы) классифицируются по ряду признаков.

1. *По виду обслуживаемого объекта* системы водоснабжения делятся на городские, поселковые, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и пр.

2. *По способу подачи воды* различают напорные и самотёчные водопроводы.

Напорные водопроводы- в них вода из источника к потребителю подаётся насосами; самотёчные – вода из высокорасположенного источника подается к потребителю самотёком (горные районы).

3. *По назначению* системы водоснабжения подразделяются на хозяйственно-питьевые, предназначенные для подачи воды на хозяйственные и питьевые нужды населения; производственные, снабжающие водой технологические процессы производств; противопожарные, обеспечивающие подачу воды для тушения пожаров.

Часто устраивают объединённые системы водоснабжения. В городах и населённых пунктах, как правило, устраивают объединённые хозяйственно-противопожарные водопроводы. Из этих же водопроводов вода подаётся на промышленные предприятия, если последние потребляют незначительное количество воды, или по условиям технологического процесса производства требуется вода питьевого качества. При больших расходах воды промышленные предприятия могут иметь самостоятельный водопровод, обеспечивающий их хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. На промышленных предприятиях чаще всего устраиваются отдельные хозяйственно-противопожарный и производственный водопроводы и реже - отдельные производственно-противопожарный, хозяйственно–питьевой или объединённый хозяйственно-производственно-противопожарный.

Совмещение противопожарного водопровода с хозяйственным, а не с производственным объясняется следующими причинами:

1. Производственная водопроводная сеть обычно бывает мало разветвлённой, хозяйственная и противопожарная сети должны охватывать все объекты предприятия;
2. Для многих технологических процессов вода подаётся под строго определённым напором и расходом, что изменит напор при тушении пожара в производственно-противопожарном водопроводе, это может привести к нарушению режима работы производственных аппаратов.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Классификацию систем водоснабжения. Схемы водоснабжения городов. Схемы противопожарного водоснабжения промышленных предприятий. Схемы противопожарного водоснабжения малых населённых мест. Безводопроводное противопожарное водоснабжение. Методику расчёта расхода воды на хозяйственно-питьевые, производственные нужды и для целей пожаротушения населённого пункта и предприятия.

**Уметь:** Категоризировать системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды. Зонировать системы водоснабжения территорий. Рассчитывать высоту зоны. Определять водопотребителей. Обосновывать принятую схему водоснабжения. Производить гидравлический расчёт водопроводной сети. Рассчитывать напорно-регулирующие емкости.

**Иметь представление:** О типах зонирования водопроводов. О схеме забора воды с помощью шахтных колодцев или скважин. О подключении внутрипоселковых систем к магистральным водопроводам. О системах водоснабжения населённых пунктов и промышленных предприятий. О подборе насосов для насосной станции второго подъёма.

**Уметь применять:** Зонные системы водоснабжения территорий. Безводопроводное противопожарное водоснабжение. Строительные нормы и правила при расчёте расходов воды на хозяйственно питьевые, производственные нужды и для целей пожаротушения.

**Литература:** основная (1), дополнительная (1, 2, 3).

### **Тема 3. Расходы воды и напоры в наружных противопожарных водопроводах**

По данной теме читаются лекции, проводится семинарское и практическое занятие по решению задач.

Общий расчетный расход воды на пожаротушение складывается из наружного расхода от гидрантов, внутреннего расхода от пожарных кранов и расхода от стационарных спринклерных или дренчерных установок:

$$Q_{\text{пож.}} = Q_{\text{н}} + Q_{\text{вн}} + Q_{\text{уст.}}$$

При объединенном водопроводе этот расход должен быть обеспечен с учетом наибольшего потребления на другие нужды населенного пункта или про-

мышленного предприятия, исключая расходы на поливку территории, приема душа, мытья полов и мойку оборудования.

*Расход воды на наружное пожаротушение* и количество возможных одновременных пожаров определяют по таблицам в зависимости от числа жителей и этажности зданий.

Расход на тушение пожара в жилых районах с одно- и двухэтажной застройкой, входящих в состав населенных пунктов с большой этажностью застройки, определяют отдельно- с учетом численности населения этих районов. Общий расход устанавливают по численности всего населения, суммируя данные по смешанной застройке.

*При зонном водоснабжении* расчетный расход на наружное пожаротушение определяют для каждой зоны отдельно в зависимости от числа жителей в ней. Число одновременных пожаров устанавливают по таблице исходя из общей численности населения.

*Расчетный расход воды на наружное пожаротушение через гидранты на промышленном предприятии или сельскохозяйственном комплексе* зависит от категории пожарной опасности производства, степени огнестойкости зданий, их объема и особенностей конструкции.

Для пожаротушения зданий, разделенных на части противопожарными стенами или имеющих различную категорию пожарной опасности, расчетный расход воды следует принимать по той части зданий, где он наибольший.

В таблицах приводятся нормы расхода воды в расчете на один пожар, причем число одновременных пожаров принимается в зависимости от площади территории предприятия: один пожар- при площади до 150 га, при большей площади- два пожара.

Продолжительность тушения пожаров при подаче воды от гидрантов, установленных на наружной водопроводной сети, в соответствии с нормативами составляет 3ч; лишь для зданий I и II степени огнестойкости (с несгораемыми стенами, перегородками и утеплителем покрытия) с производством категорий Г и Д она составляет 2 ч.

Если здания оборудованы внутренними пожарными кранами и стационарными установками, при тушении пожара следует учитывать дополнительный расход воды, который определяется следующим образом.

При объединенном водопроводе для внутренних кранов, спринклерных или дренчерных установок и наружных гидрантов расход воды в течение первого часа следует рассчитывать как сумму наибольших расходов, определенных по соответствующим нормам. После отключения спринклерных или дренчерных установок подачу воды обеспечивает работа гидрантов и внутренних пожарных кранов.

*Расход воды на внутреннее пожаротушение* и число струй, одновременно подаваемых от пожарных кранов, должны определяться в зависимости от назначения, этажности и объема зданий, в соответствии с требованиями действующих СНиП.

При наличии на промышленном объекте пенных установок, установок с лафетными стволами или установок подачи распыленной воды полный пожарный

расход определяется в соответствии с требованиями пожарной безопасности, предусмотренными нормами строительного проектирования предприятий, зданий и сооружений соответствующих отраслей промышленности с учетом дополнительного расхода воды в размере 25 % из гидрантов.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Основные категории водопотребителей. Нормы хозяйственно-питьевого потребления и производственные нужды. Нормы расходов для целей пожаротушения. Режим водопотребления. Противопожарные водопроводы низкого и высокого давления. Свободные напоры. Способы создания требуемого напора в сети водопровода.

**Уметь:** Рассчитывать расходы воды на хозяйственно-питьевые, производственные нужды и для целей пожаротушения. Рассчитывать напорно-регулирующие емкости.

**Иметь представление:** О зависимости расхода воды от суммарного числа пожаров. О неравномерности водопотребления в населённых пунктах и промышленных объектах.

**Уметь применять:** Строительные нормы и правила при расчёте расходов воды на хозяйственно-питьевые, производственные нужды и для целей пожаротушения.

**Литература:** основная (1, 2, 3), дополнительная (1, 2).

#### **Тема 4. Контроль самостоятельной работы.**

#### **Тема 5. Обеспечение надежности работы систем противопожарного водоснабжения**

По данной теме читается лекция, проводится практическое занятие по решению задач.

Одним из важнейших свойств систем водоснабжения является их надежность. **Надежность** - это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта.

Под объектом может пониматься как система в целом, так и отдельные ее элементы. Надежность включает в себя безотказность, долговечность, ремонтнопригодность и сохраняемость.

Система водоснабжения может находиться в следующих основных состояниях: полной работоспособности, т.е. система может выполнять функции водоснабжения на заданном уровне;

неполной работоспособности, т.е. система может выполнять функции водоснабжения на уровне, более низком, чем нормальный, но не ниже установленного нормами допустимого предела;

неработоспособности (состояние отказа), т.е. система не может выполнять функции водообеспечения на допустимом уровне.

Обеспечение надежности водоводов, осуществляющих подачу воды от источника воды к потребителю, является важнейшей задачей. Отказ водоводов при одном источнике может вызвать полный отказ системы водоснабжения. Одним из наиболее часто применяемых методов повышения надежности работы водоводов является метод резервирования путем введения избыточности. При этом могут использоваться два способа резервирования: без перемычек и с перемычками.

В случае резервирования без перемычек введение избыточности в систему водоводов производится за счет увеличения числа параллельно проложенных линий. Различают следующие возможные режимы работы резервных элементов:

ненагруженный резерв - резервные элементы при обычной работе не несут нагрузки;

нагруженный резерв - резервные элементы работают в том же режиме, что и остальные;

облегченный резерв - резервные элементы находятся на облегченном режиме по сравнению с остальными.

Ненагруженный резерв неэкономичен и практически не применяется в водоснабжении.

Чаще применяется нагруженный резерв. При этом в период нормального функционирования все линии работают в облегченном режиме. Полную нагрузку линии несут в случае отказа резервных элементов, т.е. в аварийной ситуации. В системах водоснабжения используется обычно принцип постоянного резервирования, т.е.  $n$  параллельно работающих линий участвуют одновременно в работе и несут одинаковую нагрузку. Таким образом, все водоводы являются обезличенными и фактически не разделяются на основные и резервные. Отношение числа резервных линий  $n_p$  к числу основных  $n_0$   $K = n_p / n_0$  называется кратностью резервирования. Надежность системы возрастает с увеличением кратности резервирования, но при этом возрастает и стоимость системы водоснабжения. Решение задачи оптимального резервирования сводится к нахождению варианта, отвечающего требованиям надежности и экономичности. Эта задача решается при условии, что подача воды в случае аварии не должна снижаться ниже величины, заданной СНиП. То есть в случае повреждения одного водовода или его участка допускается снижать общую подачу воды на хозяйственно-питьевые цели не более чем на 30 % расчетного расхода, на производственные цели - не ниже значения расхода по аварийному графику. Расход воды на пожаротушение должен обеспечиваться полностью.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Понятие надежности системы. Обеспечение надежности работы водоводов. Обеспечение надежности работы водопроводной сети. Классификацию и назначение пожарных гидрантов. Классификацию насосных станций. Обеспечение надежности работы насосных станций. Назначение напорно-регулирующих емкостей. Необходимое время ликвидации аварий на трубопроводах. Требования, предъявляемые к системам водоснабжения в особых природных и климатических условиях.

**Уметь:** Определять работоспособность системы водоснабжения. Рассчитывать радиус действия гидранта. Определять расстояние между распределительными линиями при тушении пожара от одного и двух гидрантов. Производить расчет насосных станций. Размещать пожарные гидранты на водопроводных сетях. Осуществлять подбор насосов. Рассчитывать напорно-регулирующие емкости.

**Иметь представление:** Об основных требованиях строительных норм и правил к устройству водоводов. Об основных требованиях строительных норм и правил к трассировке и устройству водопроводной сети. О размещении задвижек на трубопроводе. Об особенностях работы насосных станций первого подъема.

**Уметь применять:** Метод резервирования. Гидравлический расчет для определения потерь напора в сети. Насосные станции для местного повышения напора в водопроводной сети. График водопотребления при выборе режима работы насосной станции второго подъема.

**Литература:** основная (1,2, 3), дополнительная (1, 2).

## **Тема 6. Специальные наружные противопожарные водопроводы высокого давления**

По данной теме читается лекция, проводится практическое занятие по решению задач.

Наружные противопожарные водопроводы устраивают в местах, где пожар развивается быстро и использования передвижных сил и средств не обеспечивает эффективного пожаротушения: склады лесных материалов, нефти и нефтепродуктов, предприятия нефтехимической промышленности.

Склады лесных материалов предназначены для хранения запасов пиломатериалов, древесины, опилок. Они устраиваются на бетонированных, асфальтных, грунтовых площадках. Пожары на складах лесоматериалов имеют ряд особенностей: большая скорость распространения фронта пламени, большая скорость притока свежего воздуха в зону горения.

Противопожарное водоснабжение должно устраиваться таким образом, чтобы обеспечить расход воды на пожаротушение не менее 200 л/с через 5 мин после получения сообщения о пожаре в течение не менее 40 мин и возможности наращивания расхода воды до 500-600 л/с.

Открытые технологические установки по переработке углеводородных газов, нефти характеризуются высокой производительностью и площадью застройки. Они обычно состоят из колонных аппаратов высотой до 100 м, объемом до 2000 м<sup>3</sup>. Процессы в них проводятся при высоких температурах и давлениях. Статистика показывает, что каждый четвертый пожар сопровождается взрывом с последующим развитием горения на площади до 5000 м<sup>2</sup>. Увеличению площади пожара способствует подаваемая на охлаждение оборудования вода, по которой горящий нефтепродукт растекается по территории. В связи с этим правильная орга-

низация сбросов пожарных расходов воды через канализацию является важным мероприятием по ограничению развития пожара. Расходы воды на тушение пожара могут достигать 300 л/с и более.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Область применения и устройство противопожарных водопроводов высокого давления. Минимальный расход воды на пожаротушение производственной зоны и склада. Противопожарные водопроводы с пенными установками пожаротушения. Лафетные стволы, вышки и системы орошения.

**Уметь:** Определять расход воды на пожаротушение складов лесоматериалов. Производить гидравлический расчёт водопроводов с лафетными стволами и систем орошения.

**Иметь представления:** Об тактико-технических и эксплуатационных характеристиках роботизированного устройства пожаротушения. О свободном напоре в сети противопожарного водопровода при пожаре.

**Уметь применять:** строительные нормы и правила при устройстве противопожарных водопроводов на складах лесных материалов и нефтепродуктов. Строительные нормы и правила при определении расхода воды на пожаротушение открытых складов.

**Литература:** основная (1, 2).

## Тема 7. Противопожарное водоснабжение внутри зданий

По данной теме читается лекция, проводится практическое занятие по решению задач.

Возможны следующие системы внутреннего водопровода по способу создания в них напора:

*без повысительных установок* под напором наружного водопровода (устраивают в случаях, когда напор в наружном водопроводе достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным хозяйственным кранам в обычное время работы и для создания расчетных пожарных струй из наиболее удаленных пожарных кранов при работе водопровода во время пожара ). Это наиболее простая и распространенная схема.

*с пожарным насосом-повысителем* (устраивается в случаях, когда гарантированный напор в наружной сети меньше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но больше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов).

*с водонапорным баком и насосами* (применяют при постоянном недостатке напора в наружной сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов). Водонапорный бак в этом случае играет роль напорно-регулирующей емкости.

*с пневматической установкой* (применяют в тех же случаях, что и водопровод с насосами и водонапорным баком, но когда устройство водонапорного бака невозможно). Составной частью такой системы являются воздушно-водяной бак, выполняющий роль напорно-регулирующей емкости и компрессор для периодической подачи сжатого воздуха.

*с запасным резервуаром* (устанавливается в случаях, когда в наружном водопроводе величина гарантированного напора 5 м и менее). Обычно по такой схеме устанавливаются внутренние водопроводы в театрах, в цехах повышенной пожарной опасности, в зданиях повышенной этажности.

Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода в зданиях и сооружениях определяется требованиями СНиП и других нормативных документов.

Жилые и общественные здания, а также административно-бытовые здания промышленных предприятий оборудуются внутренним противопожарным водопроводом. Расход воды на внутреннее пожаротушение зависит от числа этажей, длины коридоров, объемов зданий и их назначения.

В производственных и складских зданиях необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода и его расход определяется в зависимости от объема здания, степени его огнестойкости, категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Классификацию и основные элементы внутреннего водопровода. Схемы внутренних водопроводов. Классификацию пожарных шкафов. Размещение пожарных кранов. Назначение насосных станций и водонапорных баков.

**Уметь:** Производить гидравлический расчёт внутренних водопроводов. Рассчитывать напор и расход воды пожарного крана. Рассчитывать расстояние между пожарными кранами. Определять комплектность пожарного шкафа в зависимости от типа объекта. Рассчитывать неприкосновенный пожарный запас воды.

**Иметь представление:** О зависимости норм потребления воды на бытовые нужды от степени благоустройства здания. О подборе водомера. О трассировке внутренних противопожарных водопроводов.

**Уметь применять:** Требования строительных норм и правил при устройстве внутреннего противопожарного водопровода в зданиях и сооружениях.

**Литература:** основная (1, 2, 3), дополнительная (1, 2, 3).

## **Тема 8. Специальные внутренние противопожарные водопроводы**

По данной теме читается лекция, проводится практическое занятие по решению задач.



К зданиям повышенной этажности относят здания 17 этажей и более (высота более 50 м). При такой высоте подача стволов на верхние этажи затруднительна, а надежная работа насосно-рукавных систем при пожаре не гарантируется. Поэтому в таких зданиях устраивают специальные противопожарные водопроводы со своими насосными станциями, водонапорными и гидропневмобаками, обеспечивающими создание полного расчетного напора воды для целей пожаротушения. Внутренние водопроводы в этих зданиях устраиваются отдельными: хозяйственно-питьевые и самостоятельные противопожарные.

Водопровод разбивают на несколько зон, т.е. устраивают зонное водоснабжение. Его осуществляют по двум схемам: *параллельной*, когда вода подается в каждую зону насосами, установленными внизу здания; *последовательной*, при которой вода подается из зоны в зону.

Число зон должно быть таким, чтобы максимальный гидродинамический напор на отметке нижних пожарных кранов не превышал 90 м.

Т.к. на пожарных стояках зоны устанавливается больше 12 пожарных кранов и, следовательно, устройство тупиковых сетей недопустимо, то водопроводные сети каждой зоны должны быть закольцованы.

С целью концентрации пожарных струй, на пожарных стояках устанавливают спаренные пожарные краны, оборудованные рукавами диаметром 66 мм и длиной 20 м, а также стволами с насадками 19 мм.

Пожарные насосы должны иметь автоматическое, дистанционное и ручное управление. Автоматическое включение пожарных насосов может осуществляться от реле уровня, устанавливаемого на водонапорных баках, от струйных реле при возникновении движения во время пожара в питательных трубопроводах или пневмобаках. Для надежной работы пожарные насосы рекомендуется подсоединять к магистральному кольцу, проложенному в помещении насосной.

Поскольку напор у нижних кранов зоны больше, чем у верхних, для обеспечения одинаковых условий их работы и получения струй с равной производительностью у нижних пожарных кранов устанавливают диафрагмы, которые увеличивают сопротивление пожарного крана, вследствие чего расход воды из него уменьшается. Диаметр диафрагм подбирается таким, чтобы все пожарные краны пропускали расчетное количество воды.

В производственных зданиях высотой 50 м и более с вертикальными проемами пожарные краны устанавливаются на технологических площадках, а их количество и требуемый напор определяются исходя из условий орошений технологических аппаратов в пределах между площадочной высотой.

В общественных зданиях (театры, гостиницы, рестораны и т.д.) возникающие пожары характеризуются быстрым ростом площади горения, высокой температурой, задымлением. Особенно быстро пожары развиваются на сценах, где сосредоточено много сгораемых материалов.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий театров и успешной ликвидации пожаров в них необходимо в возможно короткое время подать большое количество огнетушащего вещества. Поэтому в театрально-зрелищных предприятиях предусматривают устройство внутренних пожарных водопроводов, спринклерных и дренчерных установок.

Внутренняя водопроводная сеть обычно устраивается раздельной: хозяйственно-питьевая и пожарная. Это объясняется тем, что городской водопровод в большинстве случаев не может обеспечить подачи пожарных расходов с требуемым напором при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении. Кроме того, не всегда возможно отобрать от городского водопровода и пожарный расход, т.к. его величина нередко достигает 100 л/с и более. Поэтому чаще всего внутренние водопроводы в зданиях театров устраивают по схеме с запасным резервуаром.

Пожарные краны во всех помещениях театра, а также в производственных помещениях и на складах, размещаемых в отдельном корпусе на участке здания театра, должны располагаться таким образом, чтобы каждая точка помещений орошалась двумя компактными струями. Однако, учитывая значительную высоту сцены, допускается у кранов, расположенных на планшете сцены, поддерживать напор, необходимый для создания пожарных струй производительностью не менее 5 л/с каждая, с высотой компактной части на 2 м перекрывающей колосники сцены.

На планшете колосниковой сцены при его площади до 500 м<sup>2</sup> должно быть установлено не менее трех пожарных кранов, а при большей площади - не менее четырех. На каждой рабочей галерее и колосниках устанавливается по два пожарных крана, по одному с правой и левой сторон сцены.

Для удобства пользования пожарными кранами их целесообразно устанавливать у входов на сцену, и коридорах, у входов в рабочие галереи, а также в прилегающих к сцене лестничных клетках. При наличии закрытых лестничных клеток, ведущих к рабочим галереям, необходимо предусматривать установку пожарных кранов и в них. Для орошения зрительного зала пожарные краны рекомендуется устанавливать у входов в партер, амфитеатр, на ярусы зрительного зала, а также у входов в чердачное помещение при наличии сгораемого подвесного перекрытия над зрительным залом. Для оборудования внутренней водопроводной сети применяются: пожарные краны диаметром 65 мм с непрорезиненными рукавами длиной 10 м и стволами с насадками диаметром 19 мм - при установке их на планшете сцены; пожарные краны диаметром 50 мм с непрорезиненными рукавами длиной 10 м и стволами с насадками диаметром 16 мм - при установке их на колосниках и рабочих галереях; пожарные краны диаметром 50 мм с непрорезиненными рукавами длиной 20 м и стволами с насадками диаметром 16 мм - при установке их во всех остальных помещениях.

По изучению темы курсант (студент) должен:

**Знать:** Схемы противопожарных водопроводов зданий повышенной этажности. Особенности внутренней водопроводной сети театров. Размещение пожарных кранов в театре. Особенности противопожарного водоснабжения производственных зданий большой площади.

**Уметь:** Производить гидравлический расчёт водопроводов высотных зданий. Рассчитывать расход воды на внутреннее пожаротушение театров. Рассчитывать расхода воды на внутреннее пожаротушение зданий большой площади.

**Иметь представление:** Об основных схемах зонного водоснабжения. О типах пожарных кранов внутренней водопроводной сети театра. О схеме насосной станции театра.

**Уметь применять:** Запасной резервуар зданий повышенной этажности для увеличения расхода воды. Спаренные пожарные краны на пожарных стояках для концентрации пожарных струй.

**Литература:** основная (1), дополнительная (1, 2,3).

## **Тема 9. Обследование систем противопожарного водоснабжения**

По данной теме читается лекция, проводятся практические занятия по обследованию наружных и внутренних противопожарных водопроводов.

Проектные материалы состоят из пояснительной записки, чертежей и смет.

Экспертизу проектов необходимо производить по ходу движения воды от водоисточника или водозаборного сооружения до водопотребителей, т.е. поэлементно.

*По источникам водоснабжения и сооружениям для забора воды* необходимо проверить: правильно ли выбран источник водоснабжения, тип и схема размещения водозаборных сооружений; обеспечивает ли конструкция приемного сооружения забор из водоисточника расчетных расходов воды на все нужды; защищены ли водозаборные сооружения от механических повреждений плотами, льдом и т.п.; предусмотрены ли устройства защиты системы водоснабжения от попадания в нее мусора, льда, рыбы и т.п.

*По насосным станциям I подъема:* количество и марку насосов, соответствие напоров и расходов расчетным; восстановление неприкосновенного пожарного запаса воды в запасных и регулирующих емкостях; бесперебойность работы насосной станции; защиту от гидравлического удара в напорных водопроводах предохранительной аппаратурой.

*По насосным станциям II подъема:* тип насосной станции (высокого или низкого давления); категорию надежности насосной станции и соответствие ее требованиям норм; количество и марку насосов, наличие установки резервных насосов; правильность установки насосов исходя из их допустимой вакуумметрической высоты всасывания; обеспечение заливки всасывающих линий пожарных насосов в случае их установки выше наинизшего уровня воды в резервуарах в течение не более 3 мин (для водопроводов высокого давления); правильность проектирования всасывающих и напорных коммуникаций в насосной станции (пожарные насосы должны иметь самостоятельные всасывающие линии); правильность размещения запорной арматуры, обратных клапанов; наличие двух независимых источников энергопитания двигателей насосов; наличие контроля за исправностью схем автоматики; наличие устройств контроля за уровнем и сохранностью неприкосновенного пожарного запаса воды в резервуарах и водонапорных башнях; наличие световой и звуковой автоматической сигнализации о включении

пожарных насосов; наличие телефонной связи с пожарной охраной и диспетчерским пунктом объекта; правильность окраски пожарных насосов; наличие подъемно-транспортного оборудования для эксплуатации арматуры, трубопроводов, оборудования в насосной станции; наличие насосной станции внутреннего противопожарного водопровода, первичных средств пожаротушения; наличие подъезда к насосной станции с твердым покрытием.

*По резервуарам чистой воды (пожарным водоемам):* количество, тип и емкость резервуаров (водоемов); правильность определения объема неприкосновенного пожарного запаса воды; предусмотрены ли меры по увеличению запаса воды в резервуарах, когда СНиП допускается прокладка водовода в одну нитку; пропорциональность распределения неприкосновенного пожарного запаса в резервуарах; сроки восстановления неприкосновенного пожарного запаса воды и соответствие их нормативным; наличие устройств для забора воды из резервуаров передвижными пожарными насосами и правильность их расчета; соответствие количества пожарных водоемов, расстояний от них до зданий требованиям норм; правильность размещения водоемов из условия обслуживания ими зданий, сооружений и вида передвижной пожарной техники; правильность проектирования водоемов в отношении их тепло- и гидроизоляции; соответствие глубины водоемов нормам (3,5 м); возможность периодической смены воды в пожарных водоемах и способ подачи воды в них; наличие в проекте подъездов и площадок с твердым покрытием у водоемов для установки пожарных автомобилей для забора воды и соответствие этих площадок требованиям норм; наличие указателей и искусственного освещения водоемов при заборе воды из них в ночное время.

По изучению темы курсант (слушатель) должен:

**Знать:** Методику рассмотрения проектов наружных противопожарных водопроводов. Методику рассмотрения проектов внутренних противопожарных водопроводов. Методику обследования наружных и внутренних противопожарных водопроводов.

**Уметь:** Аналитически определять водоотдачу. Практически определять водоотдачу наружных водопроводов. Оформлять результаты испытаний.

**Иметь представление:** О причинах снижения водоотдачи. О способах улучшения противопожарного водоснабжения.

**Уметь применять:** Ствол – водомер и трубку Пито для определения расхода воды.

**Литература:** основная (1, 2, 3), дополнительная (1, 2,3).

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ**

Экзамены являются формой итогового контроля успеваемости курсантов (слушателей). Они проводятся в объеме рабочих программ по дисциплине.

Цель зачетов - выявить и оценить теоретические знания, практические умения и навыки курсантов (слушателей) за полный курс или часть (раздел) дисциплины.

Экзамены являются заключительным этапом изучения дисциплины в полном объеме или ее части, определяющим уровень теоретических знаний и умений, приобретенных за курс (семестр), развития творческого мышления, умение синтезировать знания и применять их в практической деятельности пожарной охраны.

Зачет и экзамен по дисциплине проводятся согласно Положению о зачетах и экзаменах Ивановского института ГПС МЧС России.

### **Перечень вопросов к экзамену и зачету**

1. Классификация насосов. Применение насосов в противопожарном водоснабжении.
2. Рабочие параметры насосов, применяемых в противопожарном водоснабжении.
3. Работа центробежного пожарного насоса на сеть. Рабочая точка.
4. Насосно-рукавные системы, их виды.
5. Расчёт насосно-рукавных систем с ручными стволами.
6. Последовательная работа насосов для целей пожаротушения.
7. Параллельная работа насосов при подаче воды к месту пожара.
8. Особенности организации противопожарного водоснабжения при тушении лесных пожаров.
9. Применение авиации МЧС России для обеспечения противопожарного водоснабжения при тушении лесных и торфяных пожаров.
10. Классификация систем противопожарного водоснабжения.
11. Схемы противопожарного водоснабжения городских округов.
12. Схемы противопожарного водоснабжения промышленных предприятий.
13. Схемы противопожарного водоснабжения в сельской местности.
14. Требование нормативных документов к резервуарам и водоемам с запасами воды на цели наружного пожаротушения.
15. Основные категории водопотребителей.
16. Расход воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды и его учет в расчетах объединенных хозяйственно- и производственно-противопожарных водопроводов.
17. Требования нормативных документов к определению расхода воды для целей пожаротушения.
18. Режимы водопотребления в обычное время и в условиях пожара.
19. Противопожарные водопроводы низкого и высокого давления. Свободные напоры.
20. Обеспечение надежности работы водоводов.
21. Обеспечение надежности работы водопроводной сети.

22. Требования нормативных документов к размещению и эксплуатации пожарных гидрантов.
23. Обеспечение надёжности работы пожарных насосных станций.
24. Хранение противопожарного запаса воды в системах противопожарного водоснабжения. Напорно-регулирующие ёмкости.
25. Область применения и устройство специальных противопожарных водопроводов высокого давления.
26. Методика обследования внутренних противопожарных водопроводов.
27. Применение лафетных стволов и систем орошения в противопожарном водоснабжении.
28. Классификация и основные элементы внутренних противопожарных водопроводов.
29. Схемы внутренних противопожарных водопроводов.
30. Требования нормативных документов к устройству и эксплуатации систем внутреннего противопожарного водоснабжения.
31. Пожарные шкафы, классификация и основные параметры.
32. Пожарные насосные станции и водонапорные баки.
33. Противопожарные водопроводы зданий повышенной этажности.
34. Противопожарное водоснабжение театров.
35. Особенности противопожарного водоснабжения производственных зданий большой площади.
36. Методика рассмотрения проектов наружных противопожарных водопроводов.
37. Методика рассмотрения проектов внутренних противопожарных водопроводов.
38. Методика обследования наружных противопожарных водопроводов.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Требования к выполнению дипломного проекта установлены Положением о дипломном проектировании Ивановского института ГПС МЧС России.

Выполнение дипломной работы (проекта) имеет цель:

- систематизировать, закрепить и расширить теоретические знания и практические навыки по специальности и применить их при решении конкретных задач пожарной охраны по обеспечению пожарной безопасности и организации деятельности органов управления и подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС);

- определить уровень подготовленности слушателей к решению конкретных задач практической деятельности органов управления и подразделений ГПС, к анализу сложных ситуаций в современных социально-экономических условиях;

- развить навыки самостоятельной работы, овладеть методами исследования при решении разрабатываемых в проекте (работе) проблем и вопросов;

- совершенствовать навыки принятия самостоятельных решений, их обоснования и защиты.

Примерный перечень тем дипломных проектов составляется кафедрой (Приложение 2).

Преддипломная практика проводится с целью:

- сбора, обобщения и анализа фактического материала и других исходных данных, необходимых для успешного выполнения ВКР;

- изучения передового опыта работы органов управления и подразделений ГПС в области обеспечения пожарной безопасности населенных пунктов и объектов.

Место проведения преддипломной практики зависит от темы дипломного проекта определяется научным руководителем.

Преддипломная практика проводится по индивидуальному заданию, разработанному научным руководителем совместно с дипломником. Ее содержание определяется темой и задачами проекта. Сбор материалов заключается в глубоком изучении передовой технологии производств, практики проектирования объектов и особенностей их противопожарной защиты, опыта тушения пожаров, эксплуатации пожарной техники и т.д. Ниже приводятся примерные вопросы, подлежащие рассмотрению при прохождении преддипломной практики.

### **Программа преддипломной практики**

1. Ознакомление с производственной структурой промышленного предприятия (объединения).
2. Ознакомление с технологическими процессами цехов и участков.
3. Ознакомление с работой инженерных систем предприятия (водоснабжение, вентиляция, отопление, электроснабжение, автоматика и другие).
4. Ознакомление с организацией работы по соблюдению противопожарного режима.

5. Ознакомление с организацией работы по выполнению требований нормативных документов в области пожарной безопасности.
6. Изучение пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе.
7. Анализ пожарной опасности технологического процесса производственного объекта.
8. Проведение анализа статистических данных о пожарах на предприятии (на предприятиях данной отрасли).
9. Изучение технологии соответствующего производства и перспективы ее развития.
10. Изучение планов тушения пожаров и ликвидации аварий на предприятии.
11. Изучение особенностей противопожарной защиты технологических процессов соответствующих производств.
12. Изучение передового опыта по предотвращению пожаров.

### **Информационное обеспечение дисциплины**

1. Мультимедийные презентации в среде Microsoft PowerPoint.
2. Справочно-информационные программы:
  - Электронная база данных документов по пожарной безопасности НСИС ПБ;
3. Программные средства:
  - образовательный сервер института, Яндекс, Google.
  - Компьютерная программа-имитатор лабораторной работы «Исследование характеристик центробежного насоса».
  - Компьютерная программа-имитатор лабораторной работы «Исследование последовательной и параллельной работы центробежных насосов».



### Примеры расчета рабочих характеристик центробежных насосов

**Пример 1.** Центробежный насос, установленный на высоту 1,5 м от уровня жидкости ( $\rho=1050 \text{ кг/м}^3$ ) в емкости, подает эту жидкость по трубопроводу диаметром 0,1 м в количестве  $0,0055 \text{ м}^3/\text{с}$  на высоту 4 м в аппарат с давлением 196,2 кПа. Общее гидравлическое сопротивление всасывающего и нагнетательного трубопроводов 3 м. Показание манометра, присоединенного на уровне 0,5 м от оси насоса, 167,6 кПа, вакуумметра перед насосом 12,4 кПа. Давление в емкости, из которой подается жидкость 98,1 кПа. КПД насоса 0,6.

Определить напор, полезную и потребляемую мощность насоса.

Решение:

Напор насоса по значениям давлений в емкостях и потерь напора в трубопроводах

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + H_r + \sum h_n$$

$$H = \frac{(196,2 - 98,1) \cdot 10^3}{1050 \cdot 9,81} + 1,5 + 3 = 18(\text{м})$$

Напор насоса по показаниям приборов

$$H = \frac{P_m + P_v}{\rho g} + z$$

$$H = \frac{(167,6 + 12,4) \cdot 10^3}{1050 \cdot 9,81} + 0,5 = 18(\text{м})$$

Полезная мощность насоса

$$N_e = Q \rho g H$$

$$N_e = 0,0055 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot 18 = 1025 \text{ (Вт)}$$

Потребляемая мощность насоса

$$N = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1025}{0,6} = 1710(\text{Вт})$$

Ответ:  $H = 18 \text{ м}$ ;  $N_e = 1025 \text{ Вт}$ ;  $N = 1710 \text{ Вт}$ .

**Пример 2.** Определить мощность, потребляемую центробежным насосом ЦН-60, если его подача  $0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ , полный напор 100 м, полный КПД 0,6.

Решение:

1. Мощность, потребляемая насосом

$$N = \frac{N_n}{\eta} = \frac{Q \rho g H}{\eta}$$

2. Плотность воды при  $20^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 998,23 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$

$$N = \frac{0,06 \cdot 998,23 \cdot 9,81 \cdot 100}{0,6} = 97,9 \text{ кВт}.$$

Ответ: мощность, потребляемая центробежным насосом  $N = 97,9$  кВт.

**Пример 3.** Подача пожарного насоса ПН-40УВ  $Q_1$  при напоре  $H_{н1}$ , частоте вращения  $n_1$ , коэффициент полезного действия  $\eta$ . Определить какой мощности и частоты вращения необходимо установить электрический двигатель, чтобы повысить подачу насоса до  $Q_2$ . Как изменится напор насоса?

Решение:

1. Рассчитываем частоту вращения при увеличении подачи насоса.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2};$$

$$n_2 = \frac{Q_2 n_1}{Q_1} = \frac{0,038 \cdot 2200}{0,034} = 2459 \text{ об/мин}$$

2. Рассчитываем потребляемую мощность насоса при заданной подаче.

$$N_1 = \frac{\rho g H_1 Q_1}{\eta \cdot 1000} = \frac{998,23 \cdot 9,81 \cdot 95 \cdot 0,034}{0,64 \cdot 1000} = 49,4 \text{ кВт}$$

где:  $\rho$  – плотность воды при 20 °С, кг/м<sup>3</sup> (приложение 4, табл.1);  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

3. Рассчитываем напор насоса при повышении подачи насоса.

$$\frac{H_1}{H_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^2;$$

$$H_2 = H_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2 = 95 \cdot \left( \frac{2459}{2200} \right)^2 = 118,68 \text{ м}.$$

4. Рассчитываем мощность электродвигателя при повышении подачи насоса.

$$\frac{N_1}{N_2} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right)^3;$$

$$N_2 = N_1 \cdot \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3 = 49,4 \cdot \left( \frac{2459}{2200} \right)^3 = 68,98 \text{ кВт}.$$

Ответ: необходимо установить электродвигатель мощностью 68,98 кВт и частотой вращения 2459 об/мин, при этом напор увеличится до 118,68 м.

**Пример 4.** Для подачи 20 л/с воды с напором 10 м центробежный насос потребляет 2 кВт мощности. Определить, как изменится подача, напор и потребляемая мощность, если насос заменили на подобный, но рабочее колесо вращается с удвоенной частотой.

Решение:

1. Определяем подачу насоса при изменении частоты вращения.

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_2}{n_1};$$

$$Q_2 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ л/с.}$$

2. Определяем напора насоса при изменении частоты вращения.

$$H_2 = H_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^2;$$

$$H_2 = 10 \cdot 2^2 = 40 \text{ м.}$$

3. Определяем мощность насоса при изменении частоты вращения.

$$N_2 = N_1 \left( \frac{n_2}{n_1} \right)^3;$$

$$N_2 = 2 \cdot 2^3 = 16 \text{ кВт.}$$

Ответ:  $Q_2 = 40 \text{ л/с}$ ;  $H_2 = 40 \text{ м}$ ;  $N_2 = 16 \text{ кВт}$ .

## Примеры определения расхода, напора воды и числа пожарных струй

**Пример 1.** Для объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода определить расход и число пожарных струй. Угол наклона струи  $60^0$ . Водопровод обслуживает двухэтажное производственное здание II степени огнестойкости категории В с высотой помещений 8,2 м и размерами в плане  $24 \times 60$  м (объем  $23616 \text{ м}^3$ ). Определить также диаметр пожарных кранов, которыми должна оборудоваться водопроводная сеть и расстояние между ними.

*Дано:*

$$\alpha = 60^0;$$

$$T=8,2 \text{ м};$$

$$B \times L = 24 \times 60 \text{ м};$$

$$V=23616 \text{ м}^3.$$

*Найти:*

$$Q_{\text{вн}}, n_{\text{стр}}, d_{\text{кр}}, L_{\text{кр}} - ?$$

*Решение:*

1. Определение нормативного расхода и числа пожарных струй.

Согласно СП 10113130.2009, табл. 2 на внутреннее пожаротушение в производственном здании высотой до 50 м требуется 2 струи по  $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ .

$$Q_{\text{вн}} = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3/\text{с}).$$

2. Радиус компактной части струи.

При угле наклона струи  $\alpha = 60^0$

$$R_{\kappa} = \frac{T - 1,35}{\sin \alpha} = \frac{8,2 - 1,35}{\sin 60^0} = 8 (\text{м}).$$

Т.к. расход пожарной струи больше  $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , водопроводная сеть должна оборудоваться пожарными кранами 65 мм со стволами, имеющими насадки 19 мм и рукавами длиной 20 м. (СНиП 2.04.01-85\*, п. 6.8).

При этом действительный расход струи равен  $5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , напор у пожарного крана 19,9 м, а компактная часть струи  $R_{\kappa} = 12 \text{ м}$ . (СП 10.13130.2009, табл. 3).

3. Расстояние между пожарными кранами.

Исходя из условия орошения каждой точки помещения двумя струями

$$L_{\text{кр}} = k \sqrt{\left(\frac{R_{\kappa}}{2} + l_{\text{п}}\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = 1 \sqrt{\left(\frac{12}{2} + 20\right)^2 - \left(\frac{24}{2}\right)^2} = 23 (\text{м}).$$

*Ответ:*  $Q_{\text{вн}} = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , две пожарные струи;  $d_{\text{кр}} = 65 \text{ мм}$ ;  $L_{\text{кр}} = 23 \text{ м}$ .

**Пример 2.** Определить напор у насадка диаметром 13 мм, необходимый для получения струи с расходом 2,5 л/с.

*Дано:*

$$d = 13 \text{ мм};$$

$$Q = 2,5 \text{ л/с}$$

*Найти:* Н?

*Решение:*

1. Рассчитываем напор.

$$H = S_n \cdot Q^2$$

где  $S_n$  - сопротивления насадка, при  $d = 13 \text{ мм}$ ,  $S_n = 2,89$ .

$$H = 2,89 \cdot (2,5)^2 = 18,06 \text{ м}$$

*Ответ:*  $H = 18,06 \text{ м}$

**Пример 3.** Определить минимальный напор у пожарного насоса, обеспечивающего работу внутренних пожарных кранов театрального здания, если самый удалённый пожарный кран диаметром 65 мм расположен на высоте 20 м и оборудован непрорезиненным рукавом длиной 10 м и стволом с насадком диаметром 19 мм. Производительность струи 6,3 л/с. Потери напора во внутренней сети 7 м.

*Дано:*

$$d = 65 \text{ мм};$$

$$z = 20 \text{ м};$$

$$l = 10 \text{ м};$$

$$d_n = 19 \text{ мм};$$

$$Q = 6,3 \text{ л/с}$$

$$h_{вн} = 7 \text{ м}$$

*Найти:* Н?

*Решение:*

1. Рассчитываем потери напора в рукаве.

$$h_p = n S_p Q^2 = 1 \cdot 0,0358 \cdot 6,3^2 = 1,52 \text{ м}$$

Сопротивление рукава при диаметре 65 мм  $S_p = 0,077/2 = 0,0358$  (приложение).

2. Рассчитываем напор у насадка.

$$H_{св} = S_n Q^2 = 0,634 \cdot 6,3^2 = 25,16 \text{ м}$$

Сопротивление насадка при диаметре 19 мм  $S_n = 0,634$ . (приложение).

3. Рассчитываем необходимый напор у пожарного крана, он определяется как сумма потерь во внутренней сети, напора в рукаве и напора у насадка.

$$H = z + h_{вн} + h_p + H_{св} = 20 + 7 + 1,52 + 25,16 = 53,68 \text{ м}$$

*Ответ:*  $H = 53,68 \text{ м}$

**Пример 3.** Определить необходимый напор у гидранта пожарного водопровода высокого давления. Высота самого высокого предприятия, на крышу которого подняты стволы с насадками диаметром 19 мм, составляет 25 м. Подача воды от колонки, установленной на гидрант, осуществляется по непрорезиненной рукавной линии диаметром 66 мм и длиной 120 м. Расход воды из ствола должен быть не менее 5 л/с.

*Дано:*

$$d_p = 66 \text{ мм};$$

$$z = 25 \text{ м};$$

$$L = 120 \text{ м};$$

$$l = 20 \text{ м};$$

$$d_n = 19 \text{ мм};$$

$$Q = 5 \text{ л/с}$$

*Найти:* Н?

*Решение:*

1. Рассчитываем потери напора в рукаве.

$$h_p = n S_p Q^2 = 6 \cdot 0,077 \cdot 5^2 = 11,55 \text{ м}$$

Сопротивление рукава при диаметре 66 мм  $S_p = 0,077$ .

Количество рукавов.

$$n = L/l = 120/20 = 6 \text{ шт.}$$

2. Рассчитываем напор у насадка.

$$H_{cb} = S_n Q^2 = 0,634 \cdot 5^2 = 15,85 \text{ м}$$

Сопротивление насадка при диаметре 19 мм  $S_p = 0,634$ .

3. Рассчитываем необходимый напор у гидранта, он определяется как сумма потерь напора в рукаве и напора у насадка.

$$H = z + h_p + H_{cb} = 25 + 11,55 + 15,85 = 52,4 \text{ м}$$

*Ответ:* Н = 52,4 м

**Пример 5.** Определить возможный расход воды от пожарного крана диаметром 50 мм, оборудованного непрорезиненным рукавом длиной 20 м и стволом с насадком диаметром 16 мм, если гарантированный напор у пожарного крана составляет 20 м.

*Дано:*

$$d = 50 \text{ мм};$$

$$l = 20 \text{ м};$$

$$d_n = 16 \text{ мм};$$

$$H_{cb} = 20 \text{ м}$$

*Найти:* Q?

*Решение:*

1. Рассчитываем расход воды от пожарного крана.

$$H = h_p + H_{cb} = n S_p Q^2 + S_n Q^2 \Rightarrow H = Q^2 (n S_p + S_n) \Rightarrow$$

$$Q = \sqrt{\frac{H}{nS_p + S_n}} = \sqrt{\frac{20}{1 \cdot 0,24 + 1,26}} = 3,65 \text{ л/с}$$

Ответ:  $Q = 3,65 \text{ л/с}$

**Пример 6.** Определить возможный расход воды от пожарного крана диаметром 65 мм, оборудованного непрорезиненным рукавом длиной 20 м и стволом с насадком диаметром 19 мм, если гарантированное избыточное давление в баке гидропневматической установки  $4,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Пожарный кран, расположенный на высоте 20 м относительно уровня бака пневматической установки, потери напора во внутренней сети 5 м.

Дано:

$d = 65 \text{ мм};$

$l = 20 \text{ м};$

$d_n = 19 \text{ мм};$

$P = 4,2 \cdot 10^5;$

$z = 20 \text{ м};$

$h_{BH} = 5 \text{ м}$

Найти:  $Q$ ?

Решение:

1. Рассчитываем напор при котором происходит истечение.

$$H = P/\rho g = 4,2 \cdot 10^5 / 1000 \cdot 9,81 = 42,86 \text{ м}$$

2. Рассчитываем расход воды от пожарного крана.

$$H = z + h_{BH} + h_p + H_{св} = z + h_{BH} + nS_p Q^2 + S_n Q^2 \Rightarrow$$

$$H - z - h_{BH} = Q^2(nS_p + S_n) \Rightarrow$$

$$Q = \sqrt{\frac{H - z - h_{BH}}{nS_p + S_n}} = \sqrt{\frac{42,86 - 20 - 5}{1 \cdot 0,077 + 0,634}} = 5 \text{ л/с}$$

Ответ:  $Q = 5 \text{ л/с}$

**Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ по дисциплине «Противопожарное водоснабжение»**

1. Анализ и обоснование нормативных требований по расходам воды для целей наружного пожаротушения производственного здания.
2. Усовершенствование систем наружного противопожарного водоснабжения с учетом требуемых расходов воды на цели наружного пожаротушения производственного здания.
3. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения здания повышенной этажности.
4. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения химического завода.
5. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения населенного пункта.
6. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения здания с массовым пребыванием людей.
7. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения на базах нефти и нефтепродуктов.
8. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения объектов атомной промышленности.
9. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения животноводческого комплекса.
10. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения нефтеперерабатывающего завода.
11. Проектирование внутреннего противопожарного водопровода на промышленном предприятии.
12. Модернизация систем внутреннего противопожарного водоснабжения объекта с массовым пребыванием людей.
13. Исследование гидравлических сопротивлений при проектировании систем противопожарного водоснабжения.
14. Исследование гидравлических сопротивлений при эксплуатации систем противопожарного водоснабжения.
15. Анализ состояния противопожарных водопроводов на объекте и их модернизация.
16. Проектирование систем наружного противопожарного водоснабжения городского округа.
17. Проектирование систем наружного противопожарного водоснабжения химического предприятия.
18. Проектирование систем наружного противопожарного водоснабжения многофункционального комплекса.
19. Проектирование систем наружного противопожарного водоснабжения нефтеперерабатывающего предприятия.



20. Проектирование систем внутреннего противопожарного водоснабжения центра культуры и отдыха.

21. Исследования прочности соединений противопожарных водопроводов различной конфигурации.

22. Разработка комплекса мероприятий по обеспечению надежности систем противопожарного водоснабжения города с учетом перспективы его развития.

23. Разработка комплекса мероприятий по обеспечению надежности систем противопожарного водоснабжения при строительстве зданий повышенной этажности.

24. Обоснование нормативных расходов воды на наружное пожаротушение в поселении при наличии зданий различной функциональной пожарной опасности.

25. Исследование гидравлических сопротивлений в рукавных системах.

26. Исследование гидравлических сопротивлений в противопожарных водопроводах.

27. Исследование влияния полимерных добавок на гидравлические сопротивления и дальность полета пожарных струй в системах противопожарного водоснабжения.

28. Исследование качественных характеристик водяных пожарных струй.

29. Разработка компьютерных лабораторных комплексов по исследованию гидравлических систем в противопожарном водоснабжении.

30. Разработка мероприятий по усовершенствованию систем противопожарного водоснабжения кинотеатра с разработкой внутреннего противопожарного водопровода.

31. Разработка систем противопожарного водоснабжения при тушении лесных и торфяных пожаров.

32. Разработка мероприятий по усовершенствованию систем противопожарного водоснабжения института.

33. Разработка мероприятий по усовершенствованию систем противопожарного водоснабжения больницы.

34. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения цеха подготовки перекачки нефти месторождения.

35. Проектирование систем наружного противопожарного водоснабжения фабрики.

36. Проектирование систем внутреннего противопожарного водоснабжения детского дома.

37. Разработка мероприятий по усовершенствованию систем внутреннего противопожарного водоснабжения детского дома.

38. Разработка комплекса мероприятий по модернизации систем противопожарного водоснабжения военного госпиталя.

39. Применение скин-эффекта для изучения напряженно-деформированного состояния противопожарного водопровода.