

**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»  
(направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»)**

**Иваново**

### **Зарубина Е.В.**

Методические рекомендации для самостоятельного изучения учебной дисциплины «Противопожарное водоснабжение» для обучающихся (направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность») – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021.- 97 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 направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ  
ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
КОМПЕТЕНЦИЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНОГО (ПИСЬМЕННОГО)  
ОТВЕТА**

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,  
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ)  
ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Перечень тестовых заданий по дисциплине «Противопожарное водоснабжение»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ**

**К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

**ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **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.

## **. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УСТНОГО (ПИСЬМЕННОГО) ОТВЕТА**

Текущий контроль осуществляется в форме письменных проверочных работ, тестирования, защиты отчетов и проверки заданий самоподготовки. Виды и формы оценочных средств в период текущего контроля представлены в п. 4 настоящего фонда оценочных средств.

При оценке устных (письменных) ответов обучающихся на практических и лабораторных занятиях преподавателю следует учитывать полноту и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного, а руководствоваться следующими критериями:

### **Критерии оценки устного опроса**

Отметка «5» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с задачами и деятельностью МЧС России, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок.

Отметка «4» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Отметка «3» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Отметка «2» ставится, если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания, задачи. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### **Критерии оценки тестовых работ**

Отметка «5» ставится, если обучающийся выполнил все задания верно.

Отметка «4» ставится, если обучающийся выполнил правильно не менее 3/4 заданий.

Отметка «3» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины заданий.

Отметка «2» ставится, если обучающийся выполнил менее половины заданий.

### **Критерии оценки решения задач**

Ситуационные и практические задачи представляют собой ситуации из реальных событий, которые обучающийся должен решить правильно и грамотно. Решение задачи оценивается максимально в 5 баллов.

Отметка «5» ставится, если обучающийся дал полное и правильное решение задачи.

Отметка «4» ставится, если обучающийся при выполнении задачи допустил неточности в расчетах, формулировках.

Отметка «3» ставится, если обучающийся представил неполное решение, допустил грубые ошибки, или не полностью решил задачу.

Отметка «2» ставится, если обучающийся представил последовательность решения, но решение оказалось неправильным.

### **Критерии оценки доклада**

Под докладом подразумевается итог самостоятельной исследовательской работы обучающегося. Чтобы его подготовить, необходимо не только познакомиться с определенной научной литературой, но и выдвинуть свою гипотезу, провести сбор эмпирического материала, используя самостоятельные наблюдения, применяя устные опросы, анкеты, тесты, изучить необходимые документы и т.д., проверить гипотезу, прийти к обоснованным выводам, доказать правильность собственного решения проблемы и оформить полученные результаты в виде письменной работы. Максимальное количество баллов – 5. При выставлении оценки за доклад должны учитываться следующие критерии:

- полное раскрытие темы и соблюдение логичности изложения – 2 балла;
- наличие собственных выводов и предложений, обобщений, критического анализа - 1 балл;
- использование широкой информационной базы, правильность оформления, соблюдение правил цитирования - 1 балл;
- качество устного выступления: умение говорить публично, заинтересовать слушателей, владение речью, ясность, образность, живость речи - 1 балл.

По сумме баллов и степени реализации каждого из критериев выставляется отметка за доклад.

### **Критерии оценки реферата (научного проекта)**

Одним из видов текущего контроля по окончании изучения темы является выполнение обучающимися рефератов (научных проектов).

Научные проекты изначально направлены на сбор информации о каком-то объекте, явлении, на ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение фактов, предназначенных для широкой аудитории.

Критерии оценки рефератов (научного проекта) по планированию научного эксперимента (примерные):

- четкость поставленных цели и задач;
- тематическая актуальность и объем использованной литературы;
- полнота раскрытия выбранной темы проекта;
- обоснованность выводов и их соответствие поставленным задачам;
- анализ полученных данных;
- наличие в работе вывода или практических рекомендаций;

– качество оформления работы (наличие таблиц, схем, графиков, фотоматериалов, зарисовок, списка используемой литературы и т.д.).

Максимальное количество баллов – 100.

При выставлении оценки за проект должны учитываться следующие критерии:

1. Четкость поставленной цели и задач – максимальное количество баллов 10;
2. Актуальность и объем использованной литературы - максимальное количество баллов 15;
3. Полнота раскрытия выбранной темы - максимальное количество баллов 15;
4. Логичность построения - максимальное количество баллов 15;
5. Обоснованность выводов и их соответствие поставленным задачам - максимальное количество баллов 15;
6. Наличие в работе вывода или практических рекомендаций - максимальное количество баллов 10;
7. Качество оформления работы - максимальное количество баллов 10;
8. Представление результатов - максимальное количество баллов 10.

Оценку представления рефератов преподаватель проводит, суммируя результаты в баллах: 85-100 баллов – оценка «5»

70 - 84 балла – оценка «4»

50- 69 баллов – оценка «3»

Менее 50 баллов – оценка «2».

### **Критерии оценки курсовых проектов**

Одним из видов текущего контроля по окончании изучения дисциплины является выполнение обучающимися курсового проекта.

Критерии оценки курсового проекта (примерные):

- четкость выполнения поставленных целей и задач;
- тематическая актуальность;
- правильность выбранного варианта и сделанных расчетов;
- анализ полученных данных;
- наличие в работе графической части и практических рекомендаций;
- качество оформления работы (наличие таблиц, схем, графиков, фотоматериалов, зарисовок, списка используемой литературы и т.д.).

Максимальное количество баллов – 100.

При выставлении оценки за проект должны учитываться следующие критерии:

9. четкость выполнения поставленных целей и задач – максимальное количество баллов 10;
10. тематическая актуальность - максимальное количество баллов 15;
11. правильность выбранного варианта и сделанных расчетов - максимальное количество баллов 15;
12. анализ полученных данных - максимальное количество баллов 15;
13. наличие в работе графической части и практических рекомендаций - максимальное количество баллов 25;
14. качество оформления работы - максимальное количество баллов 20;

Оценку представления курсовых проектов преподаватель проводит, суммируя результаты в баллах: 85-100 баллов – оценка «5»

70 - 84 балла – оценка «4»

50- 69 баллов – оценка «3»

Менее 50 баллов – оценка «2».

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,  
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И  
(ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ  
ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

для проведения входного контроля качества освоения дисциплин основной образовательной программы перед началом изучения дисциплины «Противопожарное водоснабжение»

| № задания | текст задания   | варианты ответа                               | № выбранного варианта |
|-----------|---|---|-----------------------|
| 1.        | Укажите соотношение, связывающее коэффициенты динамической и кинематической вязкостей жидкости.   | 1) $\mu = \frac{\nu}{\rho}$                   |                       |
|           |   | 2) $\mu = \frac{1}{\nu}$                      |                       |
|           |   | 3) $\mu = \nu \cdot \rho$                     |                       |
| 2.        | Какая высота водяного столба соответствует давлению 200 кПа.  | 1) 20,39 м                                    |                       |
|           |   | 2) 15,71 м                                    |                       |
|           |   | 3) 25,1 м                                     |                       |
| 3.        | Каким прибором измеряется избыточное давление в системе?  | 1) барометр                                   |                       |
|           |   | 2) манометр                                   |                       |
|           |   | 3) вакууметр                                  |                       |
| 4.        | Какому режиму движения жидкости соответствует величина критерия Рейнольдса $Re = 1500$ ?  | 1) ламинарный                                 |                       |
|           |   | 2) переходный                                 |                       |
|           |   | 3) турбулентный                               |                       |
| 5.        | Укажите единицы измерения коэффициента динамической вязкости.   | 1) Н/(с·м <sup>2</sup> )                      |                       |
|           |   | 2) Па·с                                       |                       |
|           |   | 3) кг·с/м <sup>2</sup>                        |                       |
| 6.        | Движение реальных жидкостей описывается системой дифференциальных уравнений:  | 1) Эйлера                                     |                       |
|           |   | 2) Фурье- Кирхгофа                            |                       |
|           |   | 3) Навье-Стокса                               |                       |
| 7.        | Как изменяется вязкость капельных жидкостей с ростом температуры?   | 1) температура не влияет на величину вязкости |                       |
|           |   | 2) увеличивается                              |                       |
|           |   | 3) уменьшается                                |                       |
| 8.        | Как изменяется плотность газов с увеличением давления?  | 1) не изменяется                              |                       |
|           |   | 2) увеличивается                              |                       |
|           |   | 3) уменьшается                                |                       |
| 9.        | В уравнении Бернулли для установившегося движения идеальной несжимаемой жидкости<br>$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} = const$ слагаемое $\frac{P}{\rho g}$ характеризует: | 1) удельную кинетическую энергию              |                       |
|           |   | 2) геометрический напор                       |                       |
|           |   | 3) пьезометрический напор                     |                       |
| 10.       | Какие силы не учитывают при движении идеальных жидкостей?   | 1) тяжести                                    |                       |
|           |   | 2) гидростатического давления                 |                       |
|           |   | 3) трения                                     |                       |
| 11.       | Если вес тела, погруженного в жидкость меньше архимидовой силы, то тело:  | 1) плавает                                    |                       |
|           |   | 2) всплывает                                  |                       |

| № задания | текст задания  | варианты ответа   | № выбранного варианта |
|-----------|--|---|-----------------------|
|           |  | 3) тонет  |                       |
| 12.       | Единица измерения коэффициента сжатия жидкости $\beta$ .   | 1) Па<br>2) Н/м<br>3) 1/Па  |                       |
| 13.       | Каким прибором измеряется атмосферное давление?  | 1) барометр<br>2) манометр<br>3) вакууметр  |                       |
| 14.       | Открытый сосуд с площадью дна $\omega$ на высоту $h$ заполнен жидкостью плотностью $\rho$ .<br>Чему равна сила абсолютного гидростатического давления на дно сосуда?               | 1) $P = \rho gh \omega$<br>2) $P = (p_{атм.} + \rho gh) \omega$<br>3) $P = (p_{атм.} + \rho gh) / \omega$   |                       |
| 15.       | Кто из ученых сформулировал закон внутреннего трения в жидкости и дал понятие вязкости?  | 1) Паскаль<br>2) Эйлер<br>3) Ньютон   |                       |
| 16.       | Сколько метрам водного столба соответствует давление 1 атм?  | 1) 20<br>2) 1<br>3) 10  |                       |
| 17.       | Какое значение критерия Рейнольдса соответствует ламинарной области течения?   | 1) 550<br>2) 2500<br>3) 15000   |                       |
| 18.       | При проведении экспериментов для снятия необходимых показаний приборов лабораторная установка должна выйти на стационарный режим работы. Чем характеризуется стационарный процесс? | 1) параметры изменяются в пространстве, но не изменяются во времени<br>2) параметры изменяются не только в пространстве, но и во времени<br>3) процесс, осуществляющийся периодически   |                       |
| 19.       | Что относится к задачам пожарной профилактики?   | 1) создание превентивных мер, которые направлены на исключение возможности возникновения пожаров и минимизацию их последствий<br>2) организация мер по минимизации разрушительного воздействия огня на людей и материальные ценности<br>3) ограничение распространения огня |                       |
|           |  | 1) пожарный гидрант   |                       |

| <b>№ задания</b> | <b>текст задания</b>   | <b>варианты ответа</b>        | <b>№ выбранного варианта</b> |
|------------------|--|-------------------------------|------------------------------|
| 20.              | Что из перечисленного относится к источникам противопожарного водоснабжения? | 2) противопожарный водопровод |                              |
|                  |  | 3) пожарный водоем            |                              |

## **4.2 САМОКОНТРОЛЬ**

## **Вопросы для самоконтроля по теме 1 «Основные законы гидростатики. Давление жидкости на стенки»**

1. Понятие плотности и удельного веса жидкости. Единица измерения. Методы определения.
2. Понятие сжимаемости и температурного расширения жидкости.
3. Вязкость жидкости, ее виды. Единица измерения. Методы определения.
4. Что такое гидростатическое давление? Свойства гидростатического давления. Единицы измерения давления.
5. Основное уравнение гидростатики.
6. Определение силы гидростатического давления на плоские поверхности.
7. Определение силы гидростатического давления на криволинейные поверхности.
8. Центр давления. Формулы для определения положения центра давления.
9. Приведите примеры применения основного уравнения гидростатики при решении задач пожарной практики.
10. Классификация приборов для измерения давления.
11. Эпюры гидростатического давления.

## **Вопросы для самоконтроля по теме 2 «Основы гидродинамики. Критерии гидродинамического подобия»**

1. Что называется потоком? Виды потоков.
2. Понятие скорости и расхода жидкости. Виды расходов.
3. Как взаимосвязаны объемный расход и средняя скорость движения жидкости в трубопроводе?
4. Какими параметрами характеризуются потоки?
5. Как рассчитывается эквивалентный диаметр?
6. Уравнение неразрывности движения.
7. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
8. Дифференциальные уравнения Навье-Стокса.
9. Теория и теоремы подобия.
10. Критерии гидродинамического подобия. Обобщенное критериальное уравнение гидродинамики.
11. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
12. Практические приложения уравнения Бернулли. Использование уравнения Бернулли для решения задач пожарной практики.

## **Вопросы для самоконтроля по теме 3 «Режимы движения жидкостей»**

1. Характерные особенности ламинарного и турбулентного потоков.
2. Критерий, определяющий режим движения жидкости. Его величина для ламинарного и турбулентного режима движения жидкости.
3. В чем заключается опыт Рейнольдса по исследованию режимов движения жидкостей?

4. Факторы, определяющие режимы движения жидкости.
5. Возможность перехода одного режима движения в другой; устройства, понижающие турбулентность потока.
6. Как влияет температура жидкости на величину критической скорости, при которой происходит смена режимов движения?
7. Какими путями можно затянуть ламинарное движение жидкости и тем самым уменьшить величину гидравлических сопротивлений в трубопроводах установок автоматического пожаротушения и в пожарных рукавах?

#### **Вопросы для самоконтроля по теме 4 «Гидравлические сопротивления и потери напора. Гидравлический расчет трубопроводов»**

1. Из чего складываются общие потери напора (давления) при движении жидкости в трубопроводе?
2. Как рассчитываются потери напора на трение? От каких факторов они зависят?
3. От чего зависит коэффициент трения?
4. Методика экспериментального определения коэффициента трения.
5. Каким образом влияют физические характеристики жидкости на величину линейных потерь напора?
6. Области трения жидкостей. Их характеристика.
7. В чем отличие гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб?
8. Может ли одна и та же труба быть как гидравлически гладкой, так и гидравлически шероховатой и при каких условиях?
9. Какие мероприятия следует проводить для снижения величины потерь напора на трение на этапе проектирования и в период эксплуатации систем водоснабжения?
10. Что называется местным сопротивлением трубопровода?
11. Как рассчитываются потери напора и давления на участке местного сопротивления?
12. От каких факторов зависит величина коэффициента местного сопротивления?
13. Методика экспериментального определения коэффициента местного сопротивления.
14. Как влияет угол расширения диффузора на величину потерь напора в них?
15. Какие переходы следует применять в трубопроводе с точки зрения минимизации потерь напора- в виде диффузора или в виде внезапного расширения?
16. Каковы цели гидравлического расчета?
17. Классификация трубопроводов. Расчет потерь напора.
18. Почему при расчете потерь напора в пожарных рукавах используют общий коэффициент гидравлического сопротивления, а не рассматривают отдельно сопротивления трения и местные сопротивления?
19. Расчет потерь напора в рукавной линии, составленной из последовательно соединенных рукавов?

20. Методика экспериментального определения коэффициента гидравлического сопротивления рукава.

**Вопросы для самоконтроля по теме 5 «Истечение жидкостей через отверстия и насадки»**

1. Особенности истечения жидкости через отверстия.
2. Что понимают под совершенным и несовершенным, полным и неполным сжатием струи?
3. Коэффициент сжатия. Его физический смысл. От каких факторов он зависит?
4. Что такое насадок? Типы насадков и особенности истечения жидкостей через насадки различных типов.
5. Какие насадки следует применять для получения дальнобойных пожарных струй?
6. Понятие и физический смысл коэффициентов сопротивления, скорости и расхода.
7. Методика экспериментального определения коэффициентов, характеризующих истечение жидкостей через отверстия и насадки.
8. Расчет скорости и расхода при истечении.
9. Расчет времени опорожнения резервуаров при постоянном напоре. В каких случаях на практике возникает необходимость в данных расчетах?
10. Способы экспериментального определения расхода воды при истечении из пожарных стволов.

**Вопросы для самоконтроля по теме 6 «Гидравлические струи»**

1. Классификация струй.
2. Расчет вертикальных струй.
3. Особенности расчета наклонных струй.
4. Что понимают под реакцией струи?
5. Устойчивость водяных пожарных струй.
6. Распыленные струи и способы их получения.
7. Формулы для практического расчета траектории струи.
8. Влияние конструктивного исполнения насадков на характеристики сплошных струй.

**Вопросы для самоконтроля по теме 7 «Гидравлический удар»**

1. Неустановившееся движение жидкости.
2. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения.
3. Что называется гидравлическим ударом?
4. Понятие фазы удара.

5. Прямой и не прямой удар.
6. Способы уменьшения давления при гидравлическом ударе.
7. Практическое применение явления гидравлического удара.

### **Вопросы для самоконтроля по теме 8 «Основы теории насосов. Насосно-рукавные системы»**

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. Расчет насосно-рукавных систем при перекачке воды и работе лафетных стволов.
9. Устройство и принцип действия центробежного насоса.
10. Устройство и принцип действия насоса струйного типа.
11. Способы регулирования работы насосов.

### **Вопросы для самоконтроля по теме 9 «Противопожарное водоснабжение поселений, городских округов и промышленных объектов»**

1. Классификация систем противопожарного водоснабжения.
2. Схемы противопожарного водоснабжения городских округов.
3. Схемы противопожарного водоснабжения промышленных предприятий.
4. Противопожарное водоснабжение в сельской местности.
5. Функциональное предназначение элементов противопожарного водоснабжения.
6. Виды насосных станций.

### **Вопросы для самоконтроля по теме 10 «Расходы воды и напоры в наружных противопожарных водопроводах»**

1. Требования нормативных документов к резервуарам и водоемам с запасами воды на цели наружного пожаротушения.
2. Определение нормативных расходов воды на наружное пожаротушение.
3. Основные категории водопотребителей.
4. Расходы воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды и их учет в расчетах объединенных хозяйственно- и производственно-противопожарных водопроводов.
5. Требования нормативных документов к определению расхода воды для целей пожаротушения.

6. Режимы водопотребления в обычное время и в условиях пожара.

**Вопросы для самоконтроля по теме 11 «Обеспечение надежности работы систем противопожарного водоснабжения»**

1. Что понимается под надежностью системы противопожарного водоснабжения?
2. Обеспечение надежности работы водоводов.
3. Обеспечение надежности работы водопроводной сети.
4. Требования нормативных документов к размещению и эксплуатации пожарных гидрантов.
5. Обеспечение надёжности работы пожарных насосных станций.
6. Хранение противопожарного запаса воды в системах противопожарного водоснабжения.
7. Напорно-регулирующие ёмкости.

**Вопросы для самоконтроля по теме 12 «Наружные противопожарные водопроводы высокого давления»**

1. Область применения и устройство специальных противопожарных водопроводов высокого давления.
2. Применение лафетных стволов в противопожарном водоснабжении.
3. Применение систем орошения в противопожарном водоснабжении.
4. Классификация и основные элементы наружных противопожарных водопроводов.
5. В чем заключается методика гидравлического расчета водопроводов с лафетными стволами?
6. В чем заключается методика гидравлического расчета систем орошения?

**Вопросы для самоконтроля по теме 13 «Противопожарное водоснабжение внутри зданий»**

1. Схемы внутренних противопожарных водопроводов.
2. Требования нормативных документов к устройству и эксплуатации систем внутреннего противопожарного водоснабжения.
3. Пожарные шкафы, классификация и основные параметры.
4. Пожарные насосные станции и водонапорные баки.
5. Классификация и основные элементы внутренних противопожарных водопроводов.
6. Определение расходов воды на внутреннее пожаротушение.

**Вопросы для самоконтроля по теме 14 «Специальные внутренние противопожарные водопроводы»**

1. Область применения и устройство специальных внутренних

противопожарных водопроводов.

2. Противопожарные водопроводы зданий повышенной этажности.
3. Противопожарное водоснабжение театров.
4. Особенности противопожарного водоснабжения производственных зданий большой площади.

#### **Вопросы для самоконтроля по теме 15 «Обследование систем противопожарного водоснабжения»**

1. Методика обследования наружных противопожарных водопроводов.
2. Методика обследования внутренних противопожарных водопроводов.
3. Что понимается под водоотдачей противопожарного водопровода?
4. Методы определения водоотдачи.
5. Причины снижения водоотдачи и способы улучшения противопожарного водоснабжения.

#### **Вопросы для самоконтроля по теме 16 «Экспертиза проектных материалов»**

1. Методика проектирования, монтажа и эксплуатации противопожарного водопровода.
2. Оценка проектов наружных противопожарных водопроводов.
3. Оценка проектов внутренних противопожарных водопроводов.

### **4.3 ТЕМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ**

## **Тема 1. Основные законы гидростатики. Давление жидкости на стенки**

### **Задачи**

1. Сосуд заполнен водой, занимающей объем  $3 \text{ м}^3$ . На сколько уменьшится и чему будет равен этот объем при увеличении давления на величину  $\Delta p = 20 \text{ МПа}$ ?
2. Определить коэффициент динамической вязкости нефти, если коэффициент кинематической вязкости составляет  $0,624 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Плотность нефти  $750 \text{ кг/м}^3$ .
3. Плотность нефти при температуре  $20^\circ\text{C}$  равна  $845 \text{ кг/м}^3$ . Вычислить плотность той же нефти при температуре  $5^\circ\text{C}$ .
4. Уровень нефти ( $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ ) в вертикальном цилиндрическом резервуаре РВС-5000 составлял утром  $10 \text{ м}$ , считая от дна резервуара. Определить, на сколько изменится этот уровень в дневное время, когда средняя температура жидкости увеличится на  $12^\circ\text{C}$ . Расширение резервуара не учитывать.
5. В отопительный котел поступает объем воды  $W = 70 \text{ м}^3$  при температуре  $65^\circ\text{C}$ . Какой объем воды будет выходить из котла при нагреве воды до  $95^\circ\text{C}$ ?
6. Определить удельный вес трансформаторного масла при температуре  $18^\circ\text{C}$ .
7. Определить динамическую вязкость нефти, если ее кинематическая вязкость  $\nu = 0,614 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Плотность нефти  $\rho = 790 \text{ кг/м}^3$ .
8. Участок пожарного водопровода диаметром  $250 \text{ мм}$  длиной  $100 \text{ м}$  заполнен водой при атмосферном давлении для проведения гидравлического испытания. Какое значение будет показывать манометр, установленный на данном участке, если в водопровод при испытании был дополнительно подан объем воды  $W = 20 \text{ л}$ . Деформацией трубопровода пренебречь.
9. При гидравлическом испытании участка магистрального нефтепровода диаметром  $730 \text{ мм}$  и длиной  $300 \text{ м}$  давление в нем было поднято до  $6 \text{ МПа}$ . Через час давление упало до  $5,5 \text{ МПа}$ . Определить, пренебрегая деформацией трубопровода, сколько нефти вытекло при этом через неплотности в окружающую среду. Коэффициент объемного сжатия нефти принять  $\beta_w = 0,74 \cdot 10^{-9} \text{ 1/Па}$ .

10. Манометр, установленный на полностью заполненной нефтью цистерне, показывает избыточное давление 0,5 МПа. При выпуске 40 л нефти показания манометра упали до 0,1 МПа. Определить объем цистерны, если коэффициент объемного сжатия нефти  $\beta_w = 0,74 \cdot 10^{-9} \text{ 1/Па}$ .

11. Для безопасной эксплуатации вертикального цилиндрического резервуара диаметром 12 м предельная высота уровня бензола в нем при температуре 18 °С не должна превышать 10 м. Определить, до какого уровня можно налить бензол при температуре 40 °С. Расширением резервуара пренебречь.

12. Определить кинематический коэффициент вязкости для углекислого газа при 30 °С и абсолютном давлении 5,28 ат, если динамический коэффициент вязкости для углекислого газа при этих условиях составляет  $0,015 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

13. В горизонтальном участке нефтепродуктопровода ( $D = 530 \text{ мм}$ ,  $\delta = 8 \text{ мм}$ ,  $L = 120 \text{ км}$ ) по перекачке дизельного топлива ( $\rho = 840 \text{ кг/м}^3$ ) произошло повышение давления до 20 ат. Какую массу дизельного топлива нужно откачать из этого трубопровода, чтобы давление в нем снизилось до 10 ат? Температура перекачиваемого топлива 15 °С. Тепловым расширением трубопровода пренебречь.

14. Определить динамическую вязкость нефти ( $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ), если известно, что 300 мл этой нефти вытекают из камеры капиллярного вискозиметра через вертикальную цилиндрическую трубку с внутренним диаметром 2 мм за 500 с.

15. Для определения вязкости нефти ( $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ) в нее брошен металлический шарик ( $d = 0,5 \text{ мм}$ ,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ ), который под действием силы тяжести медленно опускается вниз с постоянной скоростью 0,5 см/с. Определить динамическую и кинематическую вязкости нефти.

16. Определить среднюю величину  $\Delta_{\text{отл}}$  солевых отложений в герметичном водоводе противопожарного водопровода с диаметром условного прохода  $d = 0,3 \text{ м}$  и  $l = 2 \text{ км}$ . При выпуске объема воды  $\Delta W = 0,05 \text{ м}^3$  давление в водоводе падает на величину  $\Delta p = 1 \text{ МПа}$ . Отложения по диаметру и длине водовода распределены равномерно. Коэффициент объемного сжатия воды принять согласно приложению 4. Деформацией трубопровода пренебречь.

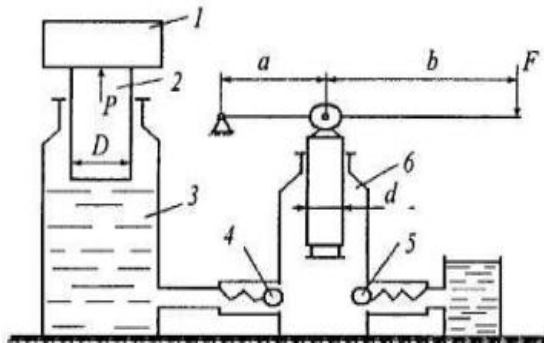
17. Определить абсолютное и избыточное давление воды на дно пожарного водоема глубиной 3,5 м. Атмосферное давление составляет  $p_a = 755 \text{ мм рт. ст.}$

18. Определить, какая высота водяного столба соответствует давлению 250 кПа.

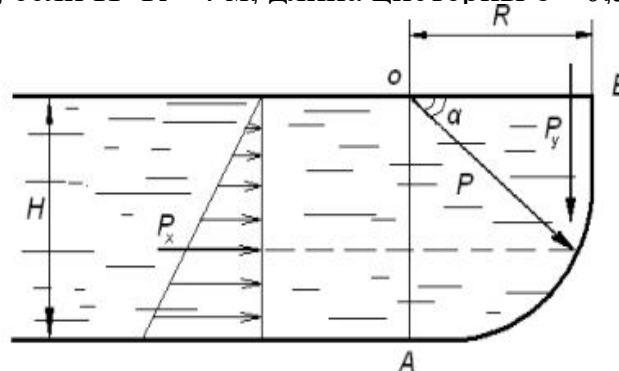
19. Определить, какая высота ртутного столба соответствует давлению 150

кПа.

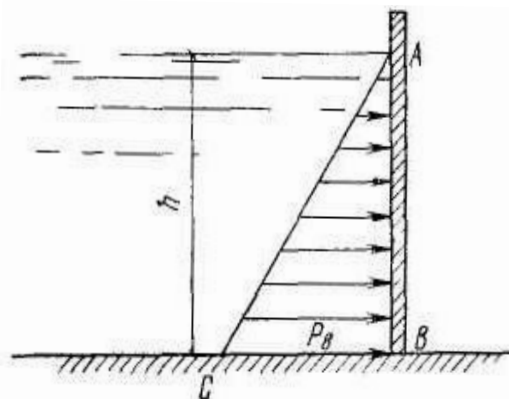
20. Для подъема пожарной техники 1 во время ремонта используется гидродомкрат. С помощью ручного насоса 6, снабженного всасывающим 5 напорным 4 клапанами, создается давление в цилиндре 5, который действует на поршень 2 и вызывает усилие вдоль поршня. Определить это усилие при следующих данных:  $F = 196 \text{ Н}$ ,  $a/b = 1/9$ ,  $D/d = 10$ .



21. Определить силу давления и точку её приложения на цилиндрическую стенку цистерны, если  $H=R=4 \text{ м}$ ; длина цистерны  $b=0,5 \text{ м}$ .



22. Определить силу суммарного давления воды на плоский щит, перекрывающий канал пожарного водоема. Ширина канала  $b=1,8 \text{ м}$ . Глубина воды в нем  $h=2,2 \text{ м}$ . Задачу решить аналитическим и графическим способами.



**Контрольные тесты**

1. Укажите единицы измерения коэффициента динамической вязкости.

- 1)  $\text{Н}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$
- 2)  $\text{Па} \cdot \text{с}$
- 3)  $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$
- 4)  $\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^2$
- 5)  $\text{м}^3/\text{с}$
- 6)  $\text{Па}$

2. Какая высота водяного столба соответствует давлению 200 кПа?

- 1) 20,39 м
- 2) 15,71 м
- 3) 25,1 м
- 4) 200 м
- 5) 2 м
- 6) 2000 м

3. Как изменяется вязкость капельных жидкостей при увеличении температуры?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) остается неизменной
- 4) имеет минимум
- 5) по синусоиде
- 6) имеет максимум

4. Каким прибором измеряется избыточное давление?

- 1) тахометром
- 2) манометром
- 3) вакуумметром
- 4) барометром
- 5) дифференциальным манометром
- 6) вискозиметром

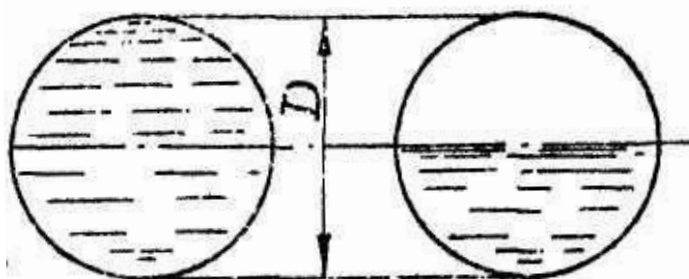
### **Темы докладов, рефератов**

- 1. Методы расчета основных физических свойств жидкостей.
- 2. Методы экспериментального определения основных физических свойств жидкостей.

## **Тема 2. Основы гидродинамики. Критерии гидродинамического подобия**

### **Задачи**

1. Определить гидравлический радиус трубы, полностью заполненной водой. Площадь живого сечения трубы  $\omega = 0,00196 \text{ м}^2$ .
2. Определить гидравлический радиус канала трапециевидного сечения, если ширина верхнего основания составляет  $a = 6 \text{ м}$ , нижнего основания  $b = 2,5 \text{ м}$ . Глубина воды в канале  $H = 2 \text{ м}$ .
3. Определить диаметр пожарного рукава, работающего полным сечением, если его гидравлический радиус  $R = 0,02225 \text{ м}$ .
4. Определить расход воды в пожарном рукаве, если средняя скорость течения  $V_{\text{ср}} = 2,1 \text{ м/с}$ , площадь живого сечения  $\omega = 0,00342 \text{ м}^2$ .
5. Вычислить гидравлический радиус для трубы, заполненной жидкостью целиком и наполовину, если диаметр условного прохода трубы составляет  $D = 1 \text{ м}$ .



6. Определить расход и среднюю скорость выхода воды из насадка пожарного ствола диаметром  $13 \text{ мм}$ , если скорость движения воды по рукаву диаметром  $51 \text{ мм}$  составляет  $2,2 \text{ м/с}$ .
7. Определить расход и среднюю скорость выхода воды из насадка пожарного ствола диаметром  $13 \text{ мм}$ , если скорость движения воды по рукаву диаметром  $51 \text{ мм}$  составляет  $2,2 \text{ м/с}$ .
8. Определить расход воды при испытании на водоотдачу объемным способом внутреннего пожарного крана, если в течение одной минуты в мерном баке оказалось  $170 \text{ л}$  воды.
9. Определить расход воды при испытании на водоотдачу объемным способом наружной водопроводной сети, если за  $30 \text{ секунд}$  в мерном баке оказалось  $220 \text{ л}$  воды.
10. Определить расход воды через насадок пожарного ствола диаметром  $19 \text{ мм}$ , если средняя скорость на срезе насадка составляет  $29 \text{ м/с}$ .
11. Трубы, используемые в противопожарном водоснабжении, имеют минимальный диаметр  $d_{\text{min}} = 50 \text{ мм}$  и максимальный диаметр  $d_{\text{max}} = 1500$

мм. Расчетные скорости движения воды в них  $V = 0,5-4$  м/с. Определить минимальное и максимальное значения расходов воды в этих трубопроводах.

12. Во сколько раз изменится средняя скорость движения воды, если диаметр трубы уменьшить в 4 раза? Увеличить в 1,5 раза?

13. Нефтепродуктопровод состоит из двух последовательно соединенных участков: первого - с диаметром  $D_1 = 530$  мм, и второго с диаметром  $D_2 = 377$  мм. Скорость стационарного течения бензина в первом участке составляет 1,4 м/с. Какова скорость течения бензина во втором участке?

14. Истечение керосина ( $v_k = 4,5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с) через отверстие диаметром 75 мм моделируется на воде ( $v_v = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с) при соблюдении вязкостного и гравитационного подобия. Определить диаметр отверстия для модели. В каком отношении должны находиться скорости струи ( $V_n/V_m$ ) и расходы ( $Q_n/Q_m$ ) для натуре и модели.

15. По трубопроводу диаметром 100 мм протекает вода (плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>) со средней скоростью 1,5 м/с. Дифференциальный манометр, установленный на участке трубопровода, показывает разность уровней 10 мм. Дифференциальный манометр заполнен жидкостью с плотностью 1160 кг/м<sup>3</sup>. Определить величину критерия Эйлера.

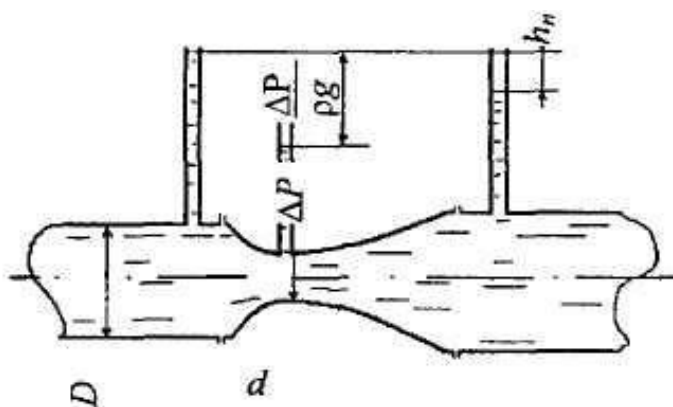
16. Сопротивление участка водопроводной трубы с арматурой необходимо перед установкой проверить в лаборатории путем испытаний на воздухе. Определить, с какой скоростью следует вести продувку, сохраняя подобие режимов движения ( $Re_n = Re_m$ ), если скорость воды в трубе должна быть 2,5 м/с. Какова будет потеря напора при работе трубы на воде с указанной скоростью, если при испытании на воздухе потеря давления оказалась равной  $\Delta p_m = 8,35$  кПа,  $v_{\text{воды}} = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $v_{\text{воздуха}} = 15,6 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $\rho_{\text{воды}} = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{воздуха}} = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

17. Диафрагма размерами  $d = 100$  мм и  $D = 200$  мм, предназначенная для измерения расхода воздуха, тарируется путем испытания на воде (рис. 5.1). В результате испытаний получено, что минимальный расход воды, начиная с которого коэффициент расхода диафрагмы остается постоянным, равен  $Q_{\min} = 16$  л/с, и при этом показания ртутного дифманометра, измеряющего перепад давлений на диафрагме, равны  $h_{\text{рт}} = 45$  мм. Определить  $Q_{\min}$  при работе диафрагмы на воздухе и соответствующие этому расходу воздуха показания водяного дифманометра  $h_v$ , присоединенного в тех же точках.

18. Трубы, используемые в противопожарном водоснабжении, имеют минимальный диаметр  $d = 50$  мм и максимальный диаметр  $D = 1500$  мм. Расчетные скорости движения воды в них  $V = 0,5 - 4$  м/с. Определить

минимальное и максимальное значения расходов воды, а также чисел Рейнольдса в этих трубопроводах ( $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ).

19. Труба Вентури с входным диаметром  $D = 300 \text{ мм}$  и горловиной  $d = 150 \text{ мм}$ , предназначенная для измерения расхода керосина, тарируется путем испытания ее модели, выполненной в масштабе 1:3 от натуры, на воде. Определить, каким должен быть расход воды  $Q_m$  в модели для соблюдения подобия, если расход керосина в натурной трубе равен  $Q_n = 100 \text{ л/с}$ . Значения кинематической вязкости воды при  $t = 20^\circ\text{C}$  составляет  $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , а керосина  $\nu = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ . Каковы будут потери напора  $h$  и перепад давления  $\Delta p$  в натурном расходомере (рис. 5.2), если при испытании модели на расходе, обеспечивающем соблюдение подобия, получено  $h = 0,2 \text{ м}$  и  $\Delta p_m = 10 \text{ кПа}$ . Плотность керосина  $\rho = 820 \text{ кг/м}^3$ , а воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .



20. Стальная труба диаметром  $d = 200 \text{ мм}$ , предназначенная для противопожарного водопровода, продувается воздухом в аэродинамической лаборатории для определения сопротивлений. Определить необходимую скорость воздуха  $V_m$  при продувке, если скорость воды  $V_n = 1 \text{ м/с}$ , температура  $20^\circ\text{C}$ .

21. По трубопроводу с диаметром  $200 \text{ мм}$  перекачивается нефть ( $\rho = 840 \text{ кг/м}^3$ ,  $\mu = 0,015 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ) с расходом  $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ . Определить, какова должна быть скорость движения воды при температуре  $283 \text{ К}$  в трубопроводе того же диаметра, чтобы режим течения был динамически подобен движению нефти при заданных условиях?

### Контрольные тесты

1. Где скорость движения жидкости максимальна?
  - 1) у стенок трубопровода
  - 2) в центре трубопровода
  - 3) может быть максимальна в любом месте
  - 4) все частицы движутся с одинаковой скоростью
  - 5) на расстоянии  $0,25$  от диаметра трубы
  - 6) на расстоянии  $0,4$  от диаметра трубы

2. По какому закону происходит распределение поля скоростей по сечению трубы при ламинарном режиме?

- 1) гиперболическому
- 2) параболическому
- 3) по спирали Архимеда
- 4) не имеет закономерности
- 5) по линейному
- 6) по экспоненциальному

3. Действие каких приборов и аппаратов основано на использовании уравнения Бернулли?

- 1) ствол-водомер
- 2) гидроэлеватор
- 3) ротационный вискозиметр
- 4) поршневой насос
- 5) циклон
- 6) вакуум-фильтр

4. Движение реальных жидкостей описывается уравнением

- 1) Фурье-Кирхгофа
- 2) Стефана-Больцмана
- 3) Джоуля-Ленца
- 4) Эйлера
- 5) Навье-Стокса
- 6) Дарси-Вейсбаха

5. Критерий, характеризующей отношение силы тяжести к силе инерции

- 1) Рейнольдса;
- 2) Фруда
- 3) Фурье
- 4) Эйлера
- 5) Прандтля
- 6) Нуссельта

6. Критерий, характеризующей соотношение между силами давления и инерции

- 1) Рейнольдса
- 2) Фруда
- 3) Фурье
- 4) Эйлера
- 5) Прандтля
- 6) Нуссельта

1. Уравнение Бернулли, его геометрический и энергетический смысл, графическая интерпретация.
2. Применение уравнения Бернулли в аппаратах и измерительных приборах.

### **Тема 3. Режимы движения жидкостей**

#### **Задачи**

1. По трубопроводу внутренним диаметром 100 мм течет вода в количестве 10 л/с. Температура воды 10 °С. Определить режим движения воды.
2. Определить, при каком расходе воды по пожарному рукаву диаметром 66 мм режим движения можно считать ламинарным. Коэффициент кинематической вязкости  $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .
3. В кольцевом пространстве аппарата (рис. 6.2) протекает вода в количестве  $Q = 10 \text{ л/с}$ . Температура воды 12 °С. Внутренний диаметр большей трубы  $D = 300 \text{ мм}$ , наружный диаметр меньшей трубы  $d = 185 \text{ мм}$ . Определить, в каком режиме движется вода.
4. Определить режим движения воды в пожарном рукаве, если расход воды  $Q = 3,4 \text{ л/с}$ , диаметр рукава  $d_p = 51 \text{ мм}$ . Коэффициент кинематической вязкости воды  $\nu = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .
5. Определить режим движения нефти в трубе при следующих данных: массовый расход 9,81 кг/с, температура нефти 15 °С, плотность нефти 850 кг/м<sup>3</sup>, диаметр трубопровода  $d = 0,1 \text{ м}$ .
6. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром  $d = 150 \text{ мм}$ , если протекающий по ней расход  $Q = 0,136 \text{ м}^3/\text{с}$ . Температура воды 10°С.
7. Определить число Рейнольдса и режим течения при движении машинного масла по трубопроводу диаметром  $d = 250 \text{ мм}$  с массовым расходом 30 кг/с. Коэффициент динамической вязкости  $\mu = 0,017 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .
8. Определить критическую скорость, отвечающую переходу от ламинарного режима к турбулентному, в трубе диаметром  $d = 0,03 \text{ м}$  при движении воды и воздуха при температуре 25°С и глицерина при температуре 20°С. ( $\nu_{\text{воды}} = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\nu_{\text{воздуха}} = 16,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\nu_{\text{глицерина}} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ).

9. Конденсатор паровой турбины, установленный на тепловой электростанции, оборудован 8186 охлаждающими трубками диаметром  $d = 0,025$  м. В нормальных условиях работы через конденсатор пропускается  $13600 \text{ м}^3/\text{ч}$  циркуляционной воды с температурой  $14,5-15^\circ\text{C}$ . Будет ли при этом обеспечен турбулентный режим движения в трубках?

10. Как изменяется число Рейнольдса при переходе трубопровода от меньшего диаметра к большему и при сохранении постоянного расхода;  $Q = \text{const}$ .

11. Определить диаметр трубопровода, по которому подается вода с расходом  $Q = 1,5 \text{ л/с}$ , из условия получения в нем максимально возможной скорости течения при сохранении ламинарного режима. Температура воды  $20^\circ\text{C}$ .

### Контрольные тесты

1. Ламинарный режим движения жидкости это

- 1) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода
- 2) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно
- 3) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц
- 4) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода
- 5) параллельно-струйное движение жидкости
- 6) состояние покоящейся жидкости

2. Устойчивый турбулентный режим движения жидкости это

- 1) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (двигаются послойно)
- 2) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно
- 3) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно
- 4) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода
- 5) турбулентный режим, при определенных условиях переходящий в ламинарный
- 6) ламинарный режим, при определенных условиях переходящий в турбулентный

3. При  $Re = 4000$  режим движения жидкости

- 1) ламинарный
- 2) переходный

- 3) турбулентный
- 4) кавитационный
- 5) стационарный
- 6) нестационарный

4. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений в трубопроводе?

- 1) при ламинарном
- 2) при скоростном
- 3) при турбулентном
- 4) при отсутствии движения жидкости;
- 5) при квазиламинарном
- 6) при стационарном

5. При  $Re < 2300$  режим движения жидкости

- 1) кавитационный
- 2) турбулентный
- 3) переходный
- 4) ламинарный
- 5) квазитурбулентный
- 6) стационарный

6. При  $2300 < Re < 10000$  режим движения жидкости

- 1) ламинарный
- 2) турбулентный
- 3) переходный
- 4) кавитационный
- 5) квазиламинарный
- 6) стационарный

7. При каком значении числа Рейнольдса происходит переход ламинарного режима в турбулентное?

- 1) 2320
- 2) 3200
- 3) 4000
- 4) 10000
- 5) 25250
- 6) 50020

### **Темы докладов, рефератов**

- 1. Особенности движения жидкостей при различных режимах.
- 2. Турбулентность и ее основные статистические характеристики.

## Тема 4. Гидравлические сопротивления и потери напора. Гидравлический расчет трубопроводов

### Задачи

1. По горизонтальному стальному трубопроводу диаметром 70 мм, абсолютной шероховатостью 0,2 мм, длиной 100 м необходимо подавать  $5,55 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$  нефти ( $\rho = 990 \text{ кг/м}^3$ ,  $\mu = 10^{-2} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ). На трубопроводе установлены 6 колен и 2 вентиля. Определить общие потери давления в трубопроводе.
2. Жидкость плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$  подается в количестве  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  по трубопроводу диаметром 0,1 м, длиной 20 м на высоту  $H = 5 \text{ м}$  в аппарат с давлением  $p_2 = 0,16 \text{ МПа}$ . На трубопроводе имеются два колена и один нормальный вентиль. Коэффициент внешнего трения  $\lambda = 0,02$ . Определить показание манометра, установленного в начале трубопровода на высоте  $h = 0,5 \text{ м}$ .
3. Определить потерю напора и потерю давления на трение при протекании воды по трубке, выполненной из стали, диаметром 80 мм, длиной 5 м. Скорость воды 2,5 м/с. Температура  $12^\circ\text{C}$ .
4. Определить потери напора в стальном, умеренно заржавевшем водоводе противопожарного водопровода диаметром  $d = 300 \text{ мм}$  и длиной 500 м при пропуске расхода  $Q = 100 \text{ л/с}$  и температуре воды  $t = 10^\circ\text{C}$ .
5. Определить режим движения и потери напора в маслопроводе длиной  $l = 12 \text{ м}$  и диаметром  $d = 10 \text{ мм}$  при перекачивании 0,4 л/с минерального масла.
6. Вода подается из насосной станции по пожарному водоводу длиной  $l = 1500 \text{ м}$  с расходом  $Q = 60 \text{ л/с}$  и скоростью  $V = 1,9 \text{ м/с}$  при температуре  $t = 10^\circ\text{C}$ . На водоводе установлены обратный клапан, две задвижки и имеется поворот на  $90^\circ$ . Водовод выполнен из стальной, сильно заржавевшей трубы. Определить потери напора.
7. Вычислить и сравнить потери напора при перекачивании воды ( $v_v = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ) по трубе диаметром  $d = 150 \text{ мм}$ , длиной  $l = 50 \text{ м}$ ,  $Q = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$  и мазута ( $v_{\text{маз}} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ). Абсолютная шероховатость трубы  $\Delta = 0,2 \text{ мм}$ .
8. Определить коэффициент сопротивления контрольно-сигнального клапана ВС-100 спринклерной установки водяного пожаротушения, если потери напора  $h_{\text{н}} = 2,5 \text{ м}$ , а расход  $Q = 25 \text{ л/с}$ .
9. Определить потери напора на участке наружной водопроводной сети длиной 400 м, состоящей из чугунных труб диаметром 150 мм при пропуске воды во время пожара в количестве 35 л/с.

10. Определить потери напора на участке длиной 300 м наружной водопроводной сети, состоящей из новых стальных труб диаметром 200 мм при расходе воды 30 л/с. Потери напора определить по упрощённым формулам.

11. Определить потери напора в рукавной линии длиной 180 м, состоящей из прорезиненных рукавов диаметром 66 мм, расход воды по рукавной линии 14 л/с.

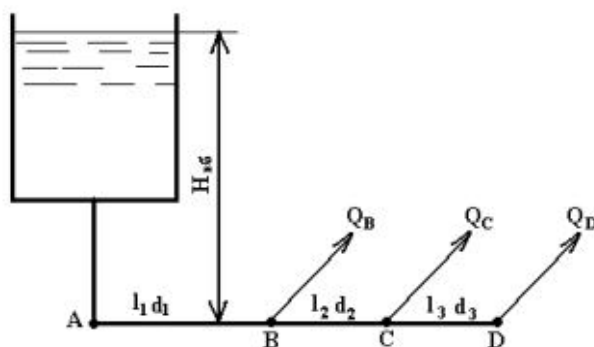
12. На гидрант установлен пожарный автомобиль, подача насоса которого равна  $Q = 40$  л/с. Всасывающая полость насоса соединена с колонкой двумя мягкими прорезиненными рукавами длиной  $l_p = 4$  м,  $d_p = 66$  мм. Подпор воды у насоса  $H_{вс} = 10$  м. Определить напор воды у гидранта в водопроводной сети ( $S_r = 1600 \text{ с}^2/\text{м}^5$ ,  $S_{кол} = 3500 \text{ с}^2/\text{м}^5$ ).

13. Определить расход воды через водомер, установленный на трубопроводе  $d = 40$  мм, если потери напора в нем составляют  $h = 2,5$  м ( $\xi_{вод} = 19,4$ ).

14. Определить требуемое давление на входе в воздухопровод длиной 100 м, диаметром  $d = 1$  м с шероховатостью стенок  $\Delta = 1$  мм, если подача воздуха должна быть  $15,7 \text{ м}^3/\text{с}$ . Выход в большой объем  $\xi = 1$ . Температура воздуха  $20^\circ\text{C}$ , динамическая вязкость  $\mu = 18,1 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

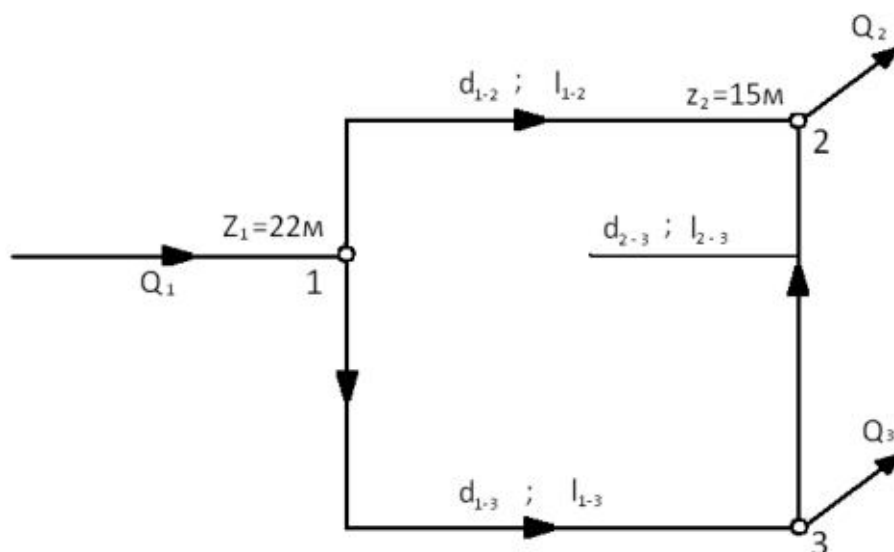
15. Противопожарный водопровод состоит из трех параллельных участков чугунных труб диаметром  $d_1 = 300$  мм,  $d_2 = 250$  мм,  $d_3 = 200$  мм, выходящих из узла А и соединяющихся в узле В, величина напора которых составляет  $H_A = 60$  м и  $H_B = 20$  м. Расход воды по участкам равен  $Q_1 = 0,23 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_2 = 0,141 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $Q_3 = 0,07 \text{ м}^3/\text{с}$ . Определить длину каждого участка и скорость течения воды в них.

16. Определить высоту водонапорной башни  $H_{вб}$ , обеспечивающую подачу воды к пожарному гидранту в точке D и свободный напор  $H_{св} = 10$  м по трубопроводу ABCD, при условии, что длина участков трубопровода и их диаметры составляют: AB-  $l_1, d_1$ ; BC-  $l_2, d_2$ ; CD-  $l_3, d_3$ .  $Q_B, Q_C, Q_D$  – сосредоточенные расходы. Трубы чугунные. Местность горизонтальная. Исходные данные приведены в таблице.



| Номер варианта | $d_1$ ,<br>мм | $d_1$ ,<br>мм | $d_1$ ,<br>мм | $l_1$ , м | $l_2$ , м | $l_3$ , м | $Q_1$ ,<br>л/с | $Q_2$ ,<br>л/с | $Q_3$ ,<br>л/с |
|----------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| 1              | 300           | 250           | 200           | 300       | 400       | 200       | 20             | 15             | 14             |
| 2              | 250           | 200           | 150           | 250       | 350       | 150       | 18             | 14             | 12             |
| 3              | 200           | 150           | 100           | 300       | 250       | 200       | 16             | 12             | 8              |
| 4              | 150           | 100           | 80            | 250       | 400       | 100       | 14             | 8              | 6              |
| 5              | 250           | 150           | 100           | 200       | 200       | 300       | 18             | 12             | 10             |
| 6              | 250           | 200           | 100           | 150       | 120       | 70        | 18             | 16             | 9              |
| 7              | 200           | 150           | 80            | 230       | 310       | 90        | 15             | 11             | 7              |
| 8              | 200           | 100           | 80            | 300       | 270       | 140       | 12             | 8              | 7              |
| 9              | 250           | 150           | 80            | 280       | 120       | 160       | 180            | 11             | 6              |
| 0              | 300           | 250           | 200           | 300       | 150       | 210       | 20             | 15             | 12             |

17. Кольцевой пожарный водопровод показан на рис. (8.7). В точку 1 подается 52 л/с воды. В точке 2 производится отбор  $Q = 30$  л/с. Расход на участке 2-3 равен  $Q_{2-3} = 4$  л/с. Скорости движения воды на участках:  $V_{1-2} = 0,84$  м/с,  $V_{1-3} = 0,71$  м/с,  $V_{2-3} = 0,52$  м/с. Длина участков:  $l_{1-2} = 320$  м,  $l_{1-3} = 280$  м,  $l_{2-3} = 100$  м. Определить диаметры труб участков и напор в точке 1, если свободный напор в точке 2  $H_{св} = 20$  м.



### Контрольные тесты

1. На какие виды делятся гидравлические потери?

- 1) линейные и квадратичные
- 2) местные и нелинейные
- 3) нелинейные и линейные
- 4) местные и линейные
- 5) локальные и глобальные
- 6) нет правильного ответа

2. Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент гидравлического трения?

- 1)  $\gamma$
- 2)  $\zeta$
- 3)  $\lambda$
- 4)  $\mu$ ;
- 5)  $\eta$
- 6)  $\tau$

3. Для чего служит формула Дарси- Вейсбаха?

- 1) для определения числа Рейнольдса
- 2) для определения коэффициента гидравлического трения
- 3) для определения линейных потерь напора
- 4) для определения коэффициента потерь местного сопротивления
- 5) для определения расхода жидкости
- 6) для определения полного напора

4. Что является основной причиной потери напора в местных гидравлических сопротивлениях?

- 1) наличие вихреобразований в местах изменения конфигурации потока
- 2) трение жидкости о внутренние острые кромки трубопровода
- 3) изменение направления и скорости движения жидкости
- 4) резкое увеличение давления в трубопроводе
- 5) вязкость жидкости
- 6) шероховатость стенок трубопровода

5. На сколько областей трения делится турбулентный режим движения при определении коэффициента гидравлического трения?

- 1) на одну
- 2) на две
- 3) на три
- 4) на четыре
- 5) на пять
- 6) на шесть

6. К какому режиму движения жидкости относится автомодельная область трения?

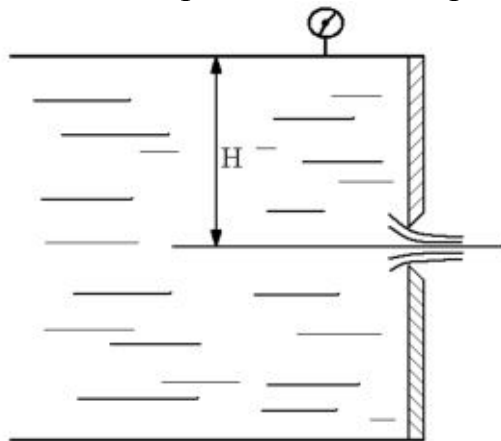
- 1) турбулентный
- 2) ламинарный
- 3) квазитурбулентный
- 4) стационарный
- 5) квазиламинарный
- 6) нет правильного ответа

1. Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкостей.
2. Способы снижения величины гидравлических потерь на этапах проектирования и эксплуатации систем противопожарного водоснабжения.

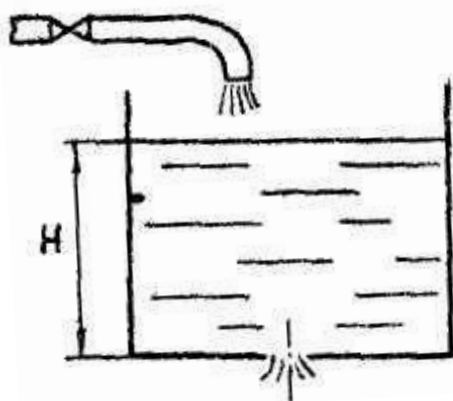
## Тема 5. Истечение жидкостей через отверстия и насадки

### Задачи

1. Определить длину трубы  $l$ , при которой расход воды из бака будет в два раза меньше, чем из отверстия того же диаметра  $d = 30$  мм. Напор над центром отверстия равен  $H = 6$  м. Коэффициент гидравлического трения в трубе принять  $\lambda = 0,025$ , коэффициент расхода отверстия  $\mu = 0,62$ . Потери напора на входе в трубу и выходе из нее не учитывать.
2. Определить расход жидкости  $Q$  через внешний цилиндрический насадок диаметром 50 мм при постоянном напоре 1 м. Как изменится расход, если вместо насадка будет отверстие в тонкой стенке того же диаметра, что и насадок?
3. Определить расход воды через отверстие с острой кромкой диаметром  $d = 30$  мм, выполненное в боковой стенке бака. Показание манометра  $P = 0,2 \cdot 10^5$  Па, высота расположения манометра над осью отверстия  $H = 2,5$  м.



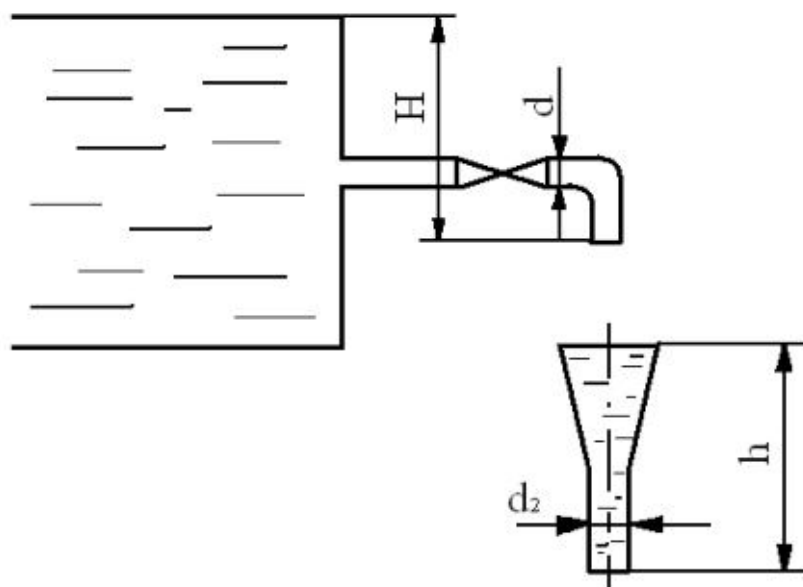
4. Кран, используемый для наполнения емкости водой, обеспечивает расход  $Q = 7$  л/с. Определить, на каком уровне установится вода в емкости, если в дне емкости имеется круглое отверстие с острой кромкой диаметром  $d = 50$  мм. Как изменится результат, если к отверстию присоединить конически сходящийся насадок, внешний цилиндрический насадок?



5. Гарантированный напор воды перед конически сходящимся насадком равен  $H = 25$  м. Определить наименьший стандартный диаметр насадка, обеспечивающий струю с расходом  $Q = 3,5$  л/с.

6. Рассчитать коэффициенты сжатия, скорости и расхода при истечении воды из резервуара в атмосферу через отверстие диаметром  $d = 15$  мм. Расход воды  $Q = 0.7$  л/с, уровень воды в резервуаре  $H = 2$  м, избыточное давление воздуха на свободной поверхности воды  $p = 1,4 \cdot 10^4$  Па, диаметр струи в сжатом сечении  $d_c = 16$  мм.

7. Заполнение бака бензином происходит через воронку диаметром  $d_2 = 40$  мм, высотой  $h = 0,7$  м с коэффициентом сопротивления  $\xi = 0,2$ . В воронку бензин заливается из резервуара с постоянным уровнем через трубу длиной  $l = 7$  м, диаметром  $d_1 = 25$  мм. Определить наибольший напор  $H$  в резервуаре, при котором воронка не будет переполняться. Найти расход бензина при этом напоре. При решении задачи учесть потери напора по длине трубы  $\lambda = 0,03$ , в кране  $\xi_k = 8$  и повороте  $\xi_{\pi} = 1$ .



8. Определить расход и скорость истечения нефти из бака через отверстие с острыми краями диаметром  $d = 10$  мм, а также через конoidalный насадок того же диаметра, если напор в баке поддерживается постоянным и равен  $H = 4,5$  м. Кинематическая вязкость нефти  $\nu = 2 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с.

9. Из отверстия в тонкой стенке диаметром  $d = 0,001$  м вытекает вода при температуре 20°C. Определить расход воды и сравнить с расходом глицерина, вытекающего при тех же условиях. Высота уровня жидкости над центром отверстия  $H = 0,05$  м.

10. Цилиндрический бак диаметром 1 м, высотой 2,5 м наполнен водой на высоту 2 м. Отверстие в дне бака имеет диаметр 3 см. Определить время, за которое из бака вытечет половина воды, а также время, необходимое для опорожнения бака. Коэффициент расхода (для отверстия с незакругленными краями) принять 0,61.

11. Определить время опорожнения цистерны с мазутом при следующих данных: объем мазута в цистерне  $W=40 \text{ м}^3$ , диаметр цистерны  $D=3 \text{ м}$ , диаметр сливного (короткого) патрубка  $d=0,1 \text{ м}$ , кинематическая вязкость мазута  $\nu=6,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ .

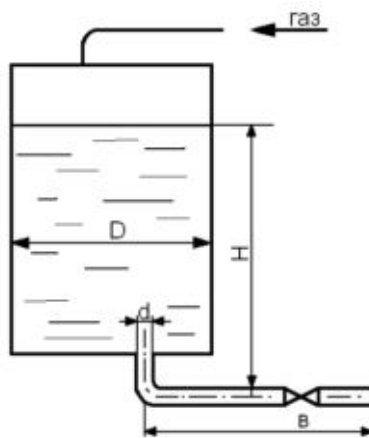
12. Определить время опорожнения резервуара с нефтью. Диаметр резервуара  $D=12 \text{ м}$ , первоначальный уровень нефти в резервуаре  $H=14 \text{ м}$ . Аварийный слив нефти осуществляется через трубу диаметром  $d=150 \text{ мм}$ , длиной 40 м. На трубе установлена задвижка и имеется одно колено.

13. Определить время истечения из вертикальной и горизонтальной емкостей цилиндрической формы, имеющих одинаковые размеры: диаметр  $D=3 \text{ м}$ , длина  $L=8,5 \text{ м}$ . Истечение происходит под атмосферным давлением по горизонтальному трубопроводу диаметром  $d=0,1 \text{ м}$  с коэффициентом расхода 0,34.

14. Определить необходимый диаметр стальной трубы для аварийного слива бензина А-95 из цилиндрического вертикального резервуара  $D=10 \text{ м}$ , чтобы время опорожнения резервуара не превышало 10 мин. Начальный уровень бензина  $H=15 \text{ м}$ . Длина трубы 20 м. На трубе установлена задвижка.

15. В пустой бак квадратного сечения со стороной сечения 2 м подается постоянный расход воды  $Q=3 \text{ л/с}$ . Одновременно вода вытекает через отверстие диаметром 30 мм. Определить уровень воды в баке, при котором поступающий и вытекающий расход будут равны, и время, за которое наступит установившийся режим.

16. Определить, какое постоянное абсолютное давление газа следует поддерживать на поверхности ацетона в резервуаре, чтобы его аварийный слив происходил в 2 раза быстрее, чем при атмосферном давлении. Определить время снижения уровня жидкости от  $H_1=6 \text{ м}$  до  $H_2=2 \text{ м}$ . Цилиндрический вертикальный резервуар имеет диаметр 5 м. Аварийный слив происходит через трубу диаметром  $d=80 \text{ мм}$  длиной  $l=8 \text{ м}$ , на трубе установлена задвижка. Плотность ацетона  $\rho=790 \text{ кг/м}^3$ .



17. Определить время опорожнения импульсного устройства автоматической спринклерной установки водяного пожаротушения. Импульсное устройство представляет собой цилиндрический резервуар диаметром  $D = 1,5$  м высотой  $H = 2D$ . Начальный уровень воды  $H_1 = 2,5$  м. Начальное избыточное давление газа в импульсном устройстве  $P_0 = 7 \cdot 10^5$  Па. Опорожнение происходит через трубу диаметром  $d = 120$  мм. Коэффициент расхода системы  $\mu_c = 0,6$ .

### Контрольные тесты

1. При истечении жидкости из отверстий при постоянном напоре основным вопросом является
  - 1) определение скорости истечения и расхода жидкости;
  - 2) определение необходимого диаметра отверстий;
  - 3) определение объема резервуара;
  - 4) определение гидравлического сопротивления отверстия;
  - 5) определение времени опорожнения;
  - 6) нет правильного ответа.
  
2. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой  $\varphi$  обозначается
  - 1) коэффициент скорости;
  - 2) коэффициент расхода;
  - 3) коэффициент сжатия;
  - 4) коэффициент истечения;
  - 5) коэффициент гидравлического трения;
  - 6) коэффициент диффузии.
  
3. При истечении жидкости через отверстие произведение коэффициента сжатия на коэффициент скорости называется
  - 1) коэффициентом истечения;
  - 2) коэффициентом сопротивления;
  - 3) коэффициентом расхода;
  - 4) коэффициентом инверсии струи;

- 5) коэффициентом местных потерь;
- 6) коэффициентом диффузии.

4. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой  $H$  обозначают

- 1) дальность истечения струи;
- 2) глубину отверстия;
- 3) высоту резервуара;
- 4) напор жидкости;
- 5) потери напора по длине;
- 6) местные потери напора.

### **Темы докладов, рефератов**

- 1. Применение уравнения Бернулли при расчете процессов истечения.
- 2. Истечение жидкостей из резервуаров при переменном напоре.

### **Тема 6. Гидравлические струи**

#### **Задачи**

- 1. Определить напор, необходимый для получения вертикальной сплошной струи высотой 20 м. Диаметр насадка 16 мм.
- 2. Определить производительность ствола  $Q$  с насадком диаметром 28 мм при напоре перед ним 60 м. Построить в масштабе огибающую кривую раздробленной части  $R_p$  в зависимости от угла наклона, радиуса действия струи к горизонту. Вычислить величину реакции струи  $F$ .
- 3. Рассчитать расход воды из ствола диаметром  $d = 16$  мм, радиус действия компактной части струи, радиус действия раздробленной части струи при следующих углах наклона ствола:  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ . Давление перед насадком  $p = 3,8 \cdot 10^5$  Па. Коэффициент расхода принять  $\mu = 0,96$ .
- 4. Рассчитать необходимый напор перед насадком с диаметром сечения  $d = 22$  мм, если требуется получить струю с радиусом компактной части  $S_k = 18$  м. Расчет провести по формулам Люгера и Фримана и сравнить результаты. Коэффициент расхода для насадка принять равным  $\mu = 0,96$ .
- 5. Рассчитать напор, при котором получается максимальный радиус компактной части струи, вытекающей из насадка диаметром 25 мм. Построить график зависимости максимального радиуса компактной части от диаметра используемого насадка.

6. При тушении пожара необходимо, чтобы радиус компактной части  $S_K = 26$  м, водяной струи, а расход воды был равен  $Q = 5$  л/с. Рассчитать диаметр требуемого насадка и необходимый напор перед ним, обеспечивающий тушение пожара. Коэффициент расхода принять равным 0,98.
7. Рассчитать максимальную величину высоты вертикальной сплошной струи для ствола с насадками  $d_1 = 13$  мм,  $d_2 = 16$  мм,  $d_3 = 19$  мм. Сравнить результаты, получаемые по формулам Люгера и Фримана.
8. Гарантированное избыточное давление перед насадком диаметром  $d = 16$  мм составляет  $p = 0,4$  МПа. Рассчитать радиус компактной части струи и расход воды. Коэффициент расхода принять равным 0,98.
9. Определить реакцию струи, вытекающей из насадка диаметром 25 мм, при напоре 30 м.
10. Определить реакцию струи, вытекающей из насадка диаметром  $d = 19$  мм, если давление перед насадком  $p = 5 \cdot 10^5$  Па.
11. Рассчитать и построить на миллиметровой бумаге огибающую кривую компактной части струи, получаемой из лафетного ствола с диаметром насадка  $d = 50$  мм при избыточном давлении перед насадком  $p = 0,75$  МПа.
12. При расчете пожарной автолестницы реакция струи не должна превышать величины 1000 Н при напоре перед насадком 30 м. Определить максимальный допустимый диаметр насадка.

### Контрольные тесты

1. Наибольшей пропускной способностью обладает:
- 1) конический сходящийся насадок
  - 2) конический расходящийся насадок
  - 3) коноидальный насадок
  - 4) внешний цилиндрический насадок
  - 5) круглое отверстие в тонкой стенке
  - 6) внутренний цилиндрический насадок
2. Что означают буквы в названии ствола РСК - 50:
- 1) ручной ствол компактный
  - 2) ручной ствол комбинированный
  - 3) распылитель-ствол комбинированный
  - 4) ручной ствол коноидальный
  - 5) ручной сходящийся конический
  - 6) расходящийся ствол конический

3. Число в названии ствола РС-50 означает, что:

- 1) диаметр насадка ствола равен 50 мм
- 2) расход воды из ствола равен 5 л/с
- 3) максимальный напор ствола равен 50 м
- 4) диаметр под соединение рукава 50 мм
- 5) длина ствола 50 см
- 6) угол конусности насадка  $50^\circ$

4. Как влияют добавки ПАВ на пропускную способность насадка пожарного ствола?

- 1) пропускная способность уменьшается
- 2) пропускная способность увеличивается
- 3) не влияют
- 4) пропускная способность испытывает колебания
- 5) пропускная способность отсутствует
- 6) правильного ответа нет

### **Темы докладов, рефератов**

1. Влияние физических свойств жидкости на устойчивость пожарных струй.
2. Влияние насадков на характеристику сплошных струй.
3. Способы получения распыленных струй.

### **Тема 7. Гидравлический удар**

#### **Задачи**

1. Определить повышение давления в чугунном трубопроводе перед задвижкой после мгновенного автоматического отключения водонапорной башни при пожаре. Расход воды по трубопроводу составляет 40 л/с, диаметр трубопровода 150 мм, скорость распространения ударной волны 1070 м/с.

2. Определить необходимую толщину стенок прорезиненных рукавов диаметром 77 мм, чтобы напряжение в них при мгновенном перекрытии не превышало  $\dot{G} = 25 \cdot 10^5$  Па. Начальное давление  $p_0 = 1,5 \cdot 10^5$  Па, количество рукавов  $n = 5$ , расход воды 0,012 м<sup>3</sup>/с. Скорость распространения ударной волны принять 100 м/с. Рассчитать фазу удара.

3. Определить величину повышения давления в чугунном трубопроводе диаметром 200 мм, с толщиной стенок  $\delta = 4$  мм перед задвижкой после мгновенного автоматического отключения водонапорной башни при пожаре и рассчитать напряжение  $G$  в стенках трубопровода. Начальное избыточное давление у задвижки  $P_0 = 2 \cdot 10^5$  Па, расход воды в трубопроводе 0,05 м<sup>3</sup>/с. Модуль упругости воды  $K = 2,03 \cdot 10^9$  Па, модуль упругости чугуна  $E = 0,98 \cdot 10^{11}$  Па.

4. В стальном трубопроводе длиной  $l$ , диаметром  $d$  и толщиной стенок  $\delta$  расход воды составляет  $Q$ . Температура воды  $15^\circ\text{C}$ . Определить наименьшее время закрывания задвижки  $t$ , чтобы повышение давления в конце трубопровода, вызванное гидравлическим ударом, было не более  $\Delta p_{\text{макс}} = 4 \cdot 10^5$  Па. Чему будет равно повышение давления в случае мгновенного закрытия задвижки?
5. Определить величину повышения давления в стальном трубопроводе, если скорость воды в нём до удара была  $V = 2$  м/с. Диаметр трубы  $d = 0,200$  м; толщина стенки трубы  $\delta = 0,004$  м, температура воды  $20^\circ\text{C}$ .
6. Определить, какое время нужно закрывать затвор, чтобы повышение давления в трубопроводе было в два раза меньше, чем при мгновенном закрытии. Расход воды  $Q = 80$  л проходит по стальному трубопроводу диаметром  $d = 150$  мм и толщиной стенки 3 мм. Длина трубопровода от водонапорного бака до затвора  $l = 300$  м.
7. Стальной водовод от насосной станции до водонапорной башни имеет длину  $l = 1000$  м, диаметр  $d = 100$  мм, толщину стенок 4 мм. Напор воды перед водонапорной башней равен  $H = 60$  м, расход воды  $Q = 40$  л/с. Определить время закрывания задвижки и напряжение в стенках трубопровода, чтобы максимальное повышение давления не превышало  $4 \cdot 10^5$  Па.
8. В конце системы, состоящей из двух последовательно соединённых чугунных трубопроводов, установлена задвижка. Определить величину повышения давления перед задвижкой при её закрывании, если время закрывания  $t = 0,3$  с. Расход воды  $Q = 0,03$  м<sup>3</sup>/с; диаметр трубопроводов  $d_1 = 0,15$  м,  $d_2 = 0,12$  м, длина  $l_1 = 50$  м,  $l_2 = 100$  м.
9. Из пожарного резервуара с постоянным уровнем жидкости  $H = 10$  м через трубу длиной  $l = 15$  м и диаметром  $d = 80$  мм вытекает вода. Коэффициент местного сопротивления задвижки  $\xi_z = 5$ , коэффициент сопротивления трения  $\lambda = 0,025$ . Толщина стенок  $\delta = 5,5$  мм. Сравнить величину повышения давления при мгновенном закрывании задвижки для стальной и чугунной труб.
10. Определить скорость распространения ударной волны в стальном нефтепроводе диаметром  $d = 720$  мм,  $\delta = 10$  мм, транспортирующем сырую нефть  $\rho = 880$  кг/м<sup>3</sup>.
11. Определить скорость распространения ударной волны в стальном нефтепродуктопроводе диаметром  $d = 530$  мм,  $\delta = 8$  мм, по которому ведется транспортировка автомобильного бензина  $\rho = 730$  кг/м<sup>3</sup>.
12. Найти скорость распространения ударной волны в дюралевом

керосинопроводе диаметром  $d = 30$  мм,  $\delta = 2,5$  мм,  $E = 0,7 \cdot 10^5$  МПа,  $\rho = 780$  кг/м<sup>3</sup>.

13. В нефтепроводе диаметром  $d = 720$  мм,  $\delta = 10$  мм,  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па произошло мгновенное (аварийное) перекрытие магистрали. Рассчитать повышение давления перед задвижкой, если нефть, перекачивают по трубопроводу с расходом 2200 м<sup>3</sup>/ч ( $\rho = 875$  кг/м<sup>3</sup>).

### Контрольные тесты

1. Фаза гидравлического удара – это:
  - 1) время распространения ударной волны
  - 2) время, равное половине периода колебаний давления
  - 3) промежуток времени, в течение которого происходит нарастание давления до максимального значения
  - 4) период полного колебания давления
  - 5) время полного закрытия задвижки
  - 6) время полного открытия задвижки
2. Гидравлический удар представляет собой пример:
  - 1) установившегося движения
  - 2) неустановившегося движения
  - 3) равнопеременного движения
  - 4) равноускоренного движения
  - 5) нестационарного движения
  - 6) равнозамедленного движения
3. В зависимости от времени закрытия крана и фазы удара гидравлический удар может быть:
  - 1) прямым и обратным
  - 2) прямым и непрямым
  - 3) фазовым и амплитудным
  - 4) динамическим и статическим
  - 5) криволинейным и прямолинейным
  - 6) касательным и нормальным
4. Устройства для снижения величины гидравлического удара называются:
  - 1) выпрямителями
  - 2) редукторами
  - 3) коллекторами
  - 4) компенсаторами
  - 5) резисторами
  - 6) мультипликаторами
5. При наличии в жидкости газа в растворенном состоянии, либо в виде

пузырьков, скорость распространения ударной волны:

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не изменяется
- 4) сначала возрастает, а затем снижается
- 5) постоянна
- 6) пульсирующая

### **Темы докладов, рефератов**

1. Мероприятия по предотвращению возникновения гидравлического удара при проектировании и эксплуатации противопожарных водопроводов.
2. Полезное использование явления гидравлического удара (на примере гидравлического тарана).

### **Тема 8. Основы теории насосов. Насосно-рукавные системы**

#### **Задачи**

1. Центробежный насос, установленный на высоте 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.

2. Насос перекачивает воду при температуре  $20^\circ\text{C}$  из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением 0,1 МПа. Расход воды  $0,012 \text{ м}^3/\text{с}$ . Геометрическая высота подъема воды 15 м. Длина трубопровода на линии всасывания 10 м, на линии нагнетания 40 м. На линии нагнетания имеются два отвода под углом  $120^\circ$  и 10 отводов под углом  $90^\circ$  с радиусом поворота, равным 6 диаметрам трубы, и 2 нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено 2 прямооточных вентиля, имеется 4 отвода под углом  $90^\circ$  с радиусом поворота, равным 6 диаметрам трубы. Скорость течения воды в трубопроводах составляет 2 м/с. Трубопровод стальной, коррозия незначительна.

Определить напор и потребляемую мощность насоса. Проверить возможность установки насоса на высоте 4 м над уровнем воды в емкости.

3. 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.

4. Определить мощность, потребляемую центробежным насосом ЦН-60, если его подача 0,06 м<sup>3</sup>/с, полный напор 100 м, полный КПД 0,6.

5. Определить напор водяной насосной установки  $H_n$  если подача насоса  $Q = 100$  л/с, диаметры всасывающего и напорного патрубка  $d_{BC} = 150$  мм и  $d_H = 125$  мм, показания манометра  $P_m = 4 \cdot 10^5$  Па, вакуумметра  $P_{бак} = 0,3 \cdot 10^5$  Па, расстояние между местами их установления по вертикали  $H_0 = 500$  мм.

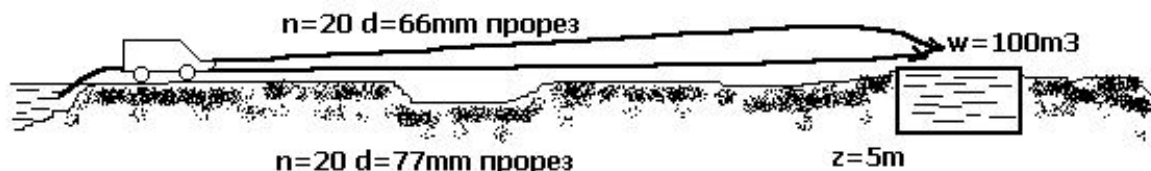
6. Определить напор насоса  $H_n$  и мощность электродвигателя к нему  $N$ , если подача насоса  $Q_n = 75$  л/с, геометрическая высота всасывания и нагнетания  $H_{вс} = 3$  м и  $H_n = 65$  м потери напора на всасывающем и напорном трубопроводе  $h_{BC} = 2,5$  м,  $h_n = 10$  м, а свободный напор в трубопроводе  $H_c = 2$  м, КПД насоса и передачи  $\eta = 0,9$  и  $\eta = 0,94$ .

7. Определить производительность  $Q$  и напор  $H$  (рабочую точку) насоса при подаче воды в открытый резервуар из колодца на геодезическую высоту  $H_r = 45$  м, по трубопроводу диаметром  $d = 200$  мм, длиной  $l = 7$  м, с коэффициентом гидравлического трения  $\lambda = 0,03$  и эквивалентной длиной местных сопротивлений  $l_{ЭК} = 7$  м. Как изменится подача и напор насоса, если частота вращения колеса  $n$  уменьшится на 10%. Данные, необходимые для построения характеристики  $Q-H$  центробежного насоса, приведены в таблице,  $Q_0 = 0,7$  м<sup>3</sup>/с,  $H_0 = 100$  м.

|   |           |            |           |            |            |            |
|---|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| Q | 0         | 0,2 $Q_0$  | 0,4 $Q_0$ | 0,6 $Q_0$  | 0,8 $Q_0$  | 1,0 $Q_0$  |
| H | 1,0 $H_0$ | 1,05 $H_0$ | 1,0 $H_0$ | 0,88 $H_0$ | 0,65 $H_0$ | 0,35 $H_0$ |

8. От автонасоса АНР-40 проложена рукавная линия из прорезиненных рукавов диаметром 51 мм, заканчивающаяся стволом с насадком диаметром 13 мм. Количество рукавов в рукавной линии  $n=25$  (т. е. рукава проложены на расстояние около 500 м). Ствол находится выше оси насоса на величину  $z=20$  м. Определить возможность подачи по указанной схеме, если требуется получить из ствола струю с длиной компактной части, равной 17 м. Что можно предпринять для увеличения длины компактной части струи?

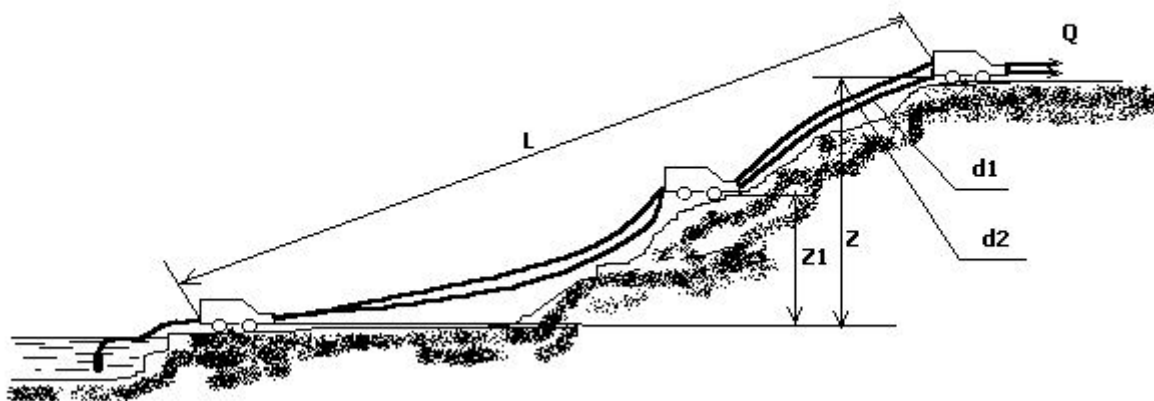
9. Определить время заполнения пожарного водоема объемом 100 м<sup>3</sup>. Схема заполнения водоема показана на рисунке. Истечение воды из рукавов свободное (пожарные стволы отсутствуют). Подумайте, каким образом можно ускорить заполнение водоема?



Для решения поставленной задачи проведите мини-исследование и ответьте на поставленные вопросы:

- 1) Каковы цели расчета насосно-рукавных систем?
- 2) Что является обязательным условием для нормальной работы насосно-рукавной системы?

10. Требуется осуществить перекачку воды с расходом  $Q=15\text{ л/с}$  на расстояние  $l=2000\text{ м}$  с помощью автонасоса АНР-40 по одной непрорезиненной рукавной линии диаметром 66 мм. Превышение головного автонасоса над водоисточником  $z=15\text{ м}$ . Определить количество насосов перекачки и расстояние между ними. Что можно предпринять, чтоб уменьшить число насосов участвующих в перекачке и тем самым увеличить расстояние между ними?



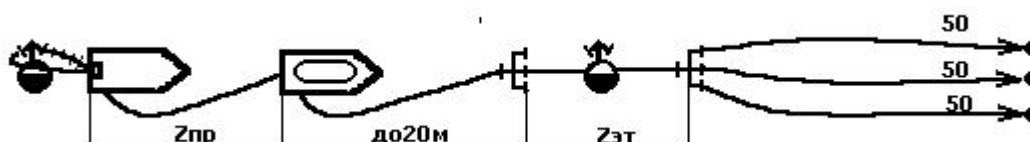
Для решения поставленной задачи проведите мини-исследование и ответьте на поставленные вопросы:

- 1) Перечислите способы подачи воды в перекачку.
- 2) Почему при работе автонасосов в перекачку необходимо следить за тем, чтобы во всасывающих патрубках насосов давление не превышало допустимой величины?

11. Из лафетного ствола с насадкой диаметром 40 мм требуется получить струю с длиной компактной части равной 30 м. К лафетному стволу проложены рукавные линии по схеме, указанной на рисунке. Определить возможность получения требуемой струи при подаче воды по указанной схеме. Если получение струи с длиной компактной части струи равной 30м невозможно, то, что можно предпринять для выполнения требуемого условия?



12. Определить возможность подачи воды при пожаротушении на 16 этаже жилого здания ( $z = 48\text{м}$ ) по схеме, показанной на рисунке. Водоисточник находится на расстоянии 100м от головного насоса. Магистральная линия состоит из рукавов диаметром 66мм, а рабочие линии проложены из прорезиненных рукавов (один рукав) диаметром 51мм, стволы Б. Прокладка рукавов в здании вертикальная. По условиям тушения радиус действия компактной части струи 17м. Какое предельное расстояние допускается до водоисточника? Для подачи воды используются АЦ-40(375)Ц1.



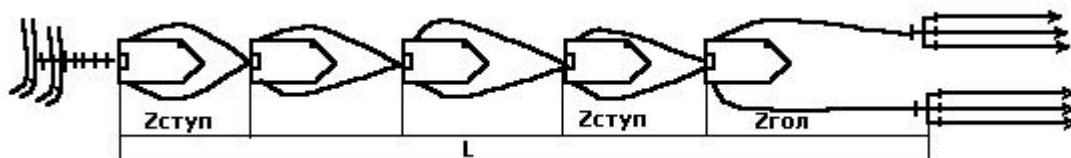
Для решения поставленной задачи проведите мини-исследование и ответьте на поставленные вопросы:

- 1) Каким должен быть максимально допустимый гидростатический напор в системе раздельного противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана?
- 2) От каких факторов зависит выбор схемы внутреннего водопровода?

13. Перекачка 22л/с воды на расстояние 2км осуществляется из насоса в насос по схеме, показанной на рисунке к задаче 8. Между насосами проложены две линии из прорезиненных рукавов диаметром  $d_1 = 66\text{мм}$  и  $d_2 = 77\text{мм}$ . Превышение головного насоса над насосом на водоисточнике 18м. На всех насосах поддерживается напор 80м. Какое количество насосов потребуется для перекачки? На каком расстоянии друг от друга их следует установить? Какие насосы (мотопомпы) можно использовать?

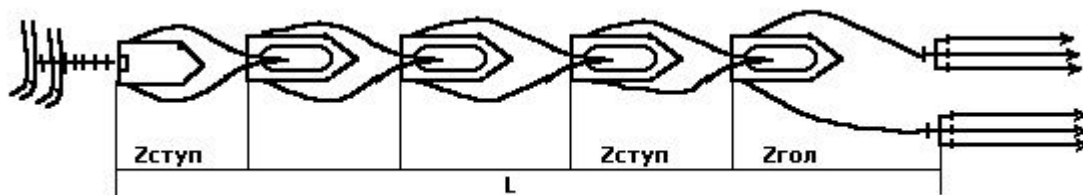
Примечание. При перекачке из насоса в насос на конце магистральной рукавной линии (при входе во всасывающую полость следующего насоса) необходимо поддерживать напор не менее 10м.

Используя метод «антидиверсионного подхода» определите, при каких условиях данная схема работать не будет?

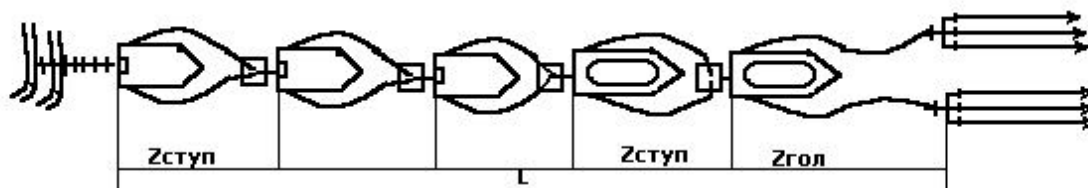


14. Решить задачу 8, если перекачка осуществляется по способу из насоса в цистерну пожарной машины (рисунок к задаче 9).

Примечание. При перекачке из насоса в цистерну пожарной машины на конце линии следует поддерживать напор не менее 3,5-4м.



15. Решить задачу 8, если перекачка осуществляется через промежуточную подземную емкость. Как изменится требуемое количество насосов, если обе линии будут диаметром 77мм?



16. Произвести расстановку насосов на пересеченной местности для перекачки 20 л/с воды по двум рукавным линиям диаметром 77мм. Перекачка осуществляется по способу из насоса в цистерну пожарной машины. На насосах поддерживается напор 80м.

Примечание. При перекачке воды по пересеченной местности (с переменным уклоном) необходимо расставить насосы так, чтобы каждый из них работал по возможности с одинаковой нагрузкой.

Как изменится расстановка насосов в задаче, если воду подают по двум рукавным линиям диаметром 66мм по способу из насоса в насос.

17. К лафетному стволу с насадком диаметром 50мм подача воды осуществляется от двух пожарных автомобилей АН-40 (130)64 по четырем непрорезиненным линиям длиной 300м, диаметром 77мм. Ствол поднят на высоту 11м, расход лафетного ствола 30л/с. Определите режим работы насосов и степень его надежности. Ответ обоснуйте.

18. Вода к месту пожара подается АН-40 (130)64 по рукавной системе, состоящей из магистральной линии длиной 60м, диаметром 77мм и трем рабочим линиям длиной 40м, длиной 51мм через стволы В. Стволы подняты на уровень второго этажа. Определить, обеспечит ли АН работу данной

насосно-рукавной системы. Что произойдет если заменить стволы В на стволы А?

19. Обеспечит ли, АЦ-40 (130)137 работу рукавной системы, если магистральная линия длиной 260м, диаметром 66мм. На магистральной линии установлено разветвление, от которого проложены 2 рабочие линии длиной 40м каждая, диаметром 51мм, диаметры насадков 13мм. Рукава непрорезиненные. Радиус действия компактной части струи 12м

Для решения поставленной задачи проведите мини-исследование и ответьте на поставленные вопросы:

- 1) Что можно предпринять для увеличения радиуса компактной части струи?
- 2) Какие меры можно предпринять в случае не обеспечения АЦ-40 (130)137 работы данной рукавной системы?

### **Контрольные тесты**

1. Как изменится напор центробежного насоса, если число оборотов рабочего колеса увеличить в два раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 8 раз
- 4) уменьшится в 4 раза
- 5) увеличится в 16 раз
- 6) уменьшится в 2, 5 раза

2. В каких случаях устраивается внутренний водопровод с пожарным насосом-повысителем?

- 1) когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным и высоко расположенным хозяйственным кранам в обычное время работы водовода и для создания расчетных пожарных струй из наиболее удаленных и высоко расположенных пожарных кранов при работе водовода во время пожара
- 2) когда гарантированный напор в наружной сети меньше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но больше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов
- 3) при постоянном недостатке напора в наружной сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов.
- 4) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов
- 5) при постоянном недостатке напора во внутренней сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов

б) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов

3. Объем жидкости, перемещаемой насосом за единицу времени называется:

- 1) подачей насоса
- 2) объемным КПД насоса
- 3) расходом
- 4) мощностью насоса
- 5) числом оборотов насоса

4. В каких случаях используется последовательная работа насосов?

- 1) когда требуется увеличить подачу
- 2) когда напор, развиваемый одним насосом, недостаточен
- 3) при подаче воды на лафетные стволы
- 4) когда требуется увеличить напор
- 5) когда напор, развиваемый одним насосом, достаточен

5. В случаях, когда подача одного насоса меньше расхода воды, требуемого по условиям пожара, применяется

- 1) параллельная работа автонасосов
- 2) последовательная работа автонасосов
- 3) либо параллельная, либо последовательная работа автонасосов
- 4) параллельная и последовательная работа насосов
- 5) сложная работа насосов в перекачку

6. При перекачке воды на большие расстояния следует использовать

- 1) параллельная работа автонасосов
- 2) последовательная работа автонасосов
- 3) либо параллельная, либо последовательная работа автонасосов
- 4) параллельная и последовательная работа насосов
- 5) сложная работа насосов
- 6) работа насосов в перекачку

### **Темы докладов, рефератов**

1. Классификация и области применения насосов.
2. Насосно-рукавные системы, их виды.
3. Способы регулирования работы насосов в противопожарном водоснабжении.

**Тема 9. Противопожарное водоснабжение поселений, городских округов и промышленных объектов**

### **Контрольные тесты**

1. Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание над поверхностью земли должен приниматься при одноэтажной застройке

- 1) не менее 8 м
- 2) не менее 5 м
- 3) не менее 10 м
- 4) не более 8 м
- 5) не более 5 м
- 6) не более 10 м

2. Свободный напор в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода у потребителей не должен превышать

- 1) 40 м
- 2) 60 м
- 3) 80 м
- 4) 50 м
- 5) 30 м
- 6) 70 м

3. Минимальный свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее

- 1) 5 м
- 2) 15 м
- 3) 10 м
- 4) 25 м
- 5) 7 м
- 6) 30 м

4. На сколько категорий подразделяются системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды (по надежности действия)

- 1) на 4 категории
- 2) на 2 категории
- 3) на 3 категории
- 4) на 5 категорий
- 5) на 7 категорий
- 6) на 6 категорий

5. К какой категории по степени обеспеченности подачи воды следует относить объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей менее 5 тыс. человек

- 1) I категории
- 2) II категории
- 3) III категории
- 4) IV категории

- 5) VII категории
- 6) X категории

6. Гидроэлеваторные системы позволяют забирать воду с глубин:

- 1) не более 10 м
- 2) до 20 м
- 3) до 40 м
- 4) не более 8 м
- 5) до 30 м
- 6) до 45 м

7. Разделение водопроводной сети на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение

- 1) не более 2 пожарных гидрантов
- 2) не более 5 пожарных гидрантов
- 3) не более 10 пожарных гидрантов
- 4) не более 3 пожарных гидрантов
- 5) не более 7 пожарных гидрантов
- 6) не более 12 пожарных гидрантов

8. Как называется насосная станция, предназначенная для подачи воды из резервуаров чистой воды через водоводы и водопроводную сеть к потребителям?

- 1) повысительная насосная станция
- 2) насосная станция I подъема
- 3) насосная станция II подъема
- 4) циркуляционная насосная станция
- 5) обратная насосная станция
- 6) насосная станция III подъема

### **Темы докладов, рефератов**

- 1. Схемы водоснабжения городских округов.
- 2. Схемы противопожарного водоснабжения промышленных предприятий.
- 3. Схемы противопожарного водоснабжения малых населённых мест.

### **Тема 10. Расходы воды и напоры в наружных противопожарных водопроводах**

#### **Задачи**

- 1. Определить расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой, с числом жителей 21 тысяча человек и предприятия площадью 200 га, расположенного вне населенного пункта. На территории расположены

следующие здания:

| Объем                              | Категория | Степень огнестойкости |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W=60 \times 10^3 \text{ м}^3$  | А         | І                     |
| 2) $W=40 \times 10^3 \text{ м}^3$  | Б         | І                     |
| 3) $W=110 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | ІІ                    |

Определить расстояние между пожарными кранами для второго здания высотой 40 метров, если высота помещения 8 метров, длина пожарного рукава 20 метров.

2. Определить расход воды на наружное пожаротушение в объединенном водопроводе, если в населенном пункте проживает 15 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие площадью до 150 га имеет цех объемом  $25 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании ІІ степени огнестойкости, категории В. Предприятие расположено в пределах населенного пункта.

Для вышеуказанного цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 10 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Диаметр труб пожарного крана 65 мм, рукав прорезиненный диаметром 66 мм, длина рукава 20 метров, ствол РС-70 с насадком диаметром 19 мм.

3. Определить расход воды на наружное пожаротушение для промышленного предприятия площадью  $S=200 \text{ га}$ , если на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                              | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=80 \times 10^3 \text{ м}^3$  | А         | ІІ                    | 48     |
| 2) $W=120 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | ІІ                    | 66     |
| 3) $W=180 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | ІІ                    | 30     |

4. Определить расстояние между пожарными кранами для коридора жилого здания высотой 12 этажей, при ширине здания 15 м, общей длине коридора 36 м. Здание оборудовано пожарным краном диаметром 65 мм, прорезиненными рукавами длиной 20 м, диаметром 66 мм и стволами с диаметром насадка 16 мм.

5. Определить расход воды в объединенном водопроводе для целей наружного пожаротушения, если в населенном пункте проживает 210 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие занимает площадь менее 150 га, имеет цех объемом  $350 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании ІІ степени огнестойкости, категория производства В и цех объемом  $250 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании І степени огнестойкости, категория производства Г, ширина цехов более 60 метров. Предприятие расположено в пределах населенного пункта.

6. Определить расход воды на наружное пожаротушение для промышленного предприятия площадью  $S=50 \text{ га}$ , если на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                                | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=45 \times 10^3 \text{ м}^3$ ,  | А         | II                    | 48     |
| 2) $W=70 \times 10^3 \text{ м}^3$ ,  | В         | II                    | 66     |
| 3) $W=180 \times 10^3 \text{ м}^3$ , | В         | II                    | 30     |

Определить расстояние между пожарными кранами для 1 корпуса высотой 30 метров, если длина пожарного рукава 20 метров.

7. Определить нормативный расход воды на наружное пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой с числом жителей 27 тысяч человек и предприятия площадью 72 га, на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                             | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=27 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Б         | II                    | 36м    |
| 2) $W=25 \times 10^3 \text{ м}^3$ | А         | I                     | 48м    |

Предприятие расположено вне населенного пункта. Определить расстояние между пожарными кранами для первого корпуса вышеуказанного предприятия, если его высота 10 метров. Пожарные краны укомплектованы рукавами длиной 20 метров.

8. Определить расход воды для целей наружного пожаротушения в объединенном водопроводе, если в населенном пункте проживает 27 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие площадью до 150 га, имеет 2 цеха, первый цех шириной до 60 метров, второй – более 60 метров.

| Объем                             | Категория | Степень огнестойкости |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W=3 \times 10^3 \text{ м}^3$  | В         | III                   |
| 2) $W=40 \times 10^3 \text{ м}^3$ | А         | II                    |

Предприятие расположено в пределах населенного пункта. Для вышеуказанного первого цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 6 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Диаметр непрорезиненных рукавов 66 мм, длина рукава – 20 метров, диаметр насадка – 16 мм.

Напор рассчитать аналитическим способом, проверить табличным.

9. Определить необходимость насосов-повысителей для четырехэтажного промышленного объекта, если потери напора во внутренней водопроводной сети 10 м, расчетный ПК находится на высоте 14 метров, оборудован прорезиненным рукавом диаметром 51 мм и стволом с насадком диаметром 16 мм. Гарантированный напор в наружной сети 30 метров. Какой напор должен обеспечить насос–повыситель?

10. Определить расход воды в объединенном водопроводе для целей наружного пожаротушения, если в населенном пункте проживает 120 тысяч человек, здания пятиэтажные, а предприятие занимает площадь до 150 га, имеет 2 цеха:

| Объем                                | Категория | Степень огнестойкости |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W=340 \times 10^3 \text{ м}^3$ . | А         | II                    |
| 2) $W=45 \times 10^3 \text{ м}^3$ .  | Г         | IV                    |

Ширина первого цеха—72 метра, второго—40 метров. Предприятие находится в пределах населенного пункта.

Также для второго цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 8 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Рукав прорезиненный, длиной 20 метров, диаметром 66 мм, диаметр насадка – 16 мм.

11. Определить необходимость насосов-повысителей в жилом здании высотой 18 этажей. Гарантированный напор на вводе в жилое здание – 60 м. вод. ст. Наиболее невыгодный ПК находится на 18 этаже, длина стального трубопровода от ввода до невыгодного ПК – 68 метров, диаметр трубопровода 70 мм, пожарные краны оборудованы непрорезиненными рукавами длиной 15 метров, диаметром 51 мм, диаметр насадка – 16 мм. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды – 4 л/с.

12. Определить, при каком гарантированном напоре в наружной водопроводной сети на вводе в здание будет обеспечен расход 2,8 л/с от пожарного крана диаметром 50 мм. Пожарный кран оборудован непрорезиненным рукавом длиной 20 метров и стволом с насадком диаметром 16 мм, расположен на высоте 25 метров. Потери напора во внутренней сети – 6 метров.

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

14. Определить нормативный расход воды на наружное пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой с числом жителей 23 тысячи человек и предприятия площадью 170га, на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем:                            | Категория: | Степень огнестойкости: | Ширина: |
|-----------------------------------|------------|------------------------|---------|
| 1) $W=37 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Б          | II                     | 36 м    |
| 2) $W=45 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Г          | III                    | 48 м    |

Предприятие расположено вне населенного пункта. Определить расстояние между пожарными кранами для первого корпуса вышеуказанного предприятия, если его высота 10 метров. Пожарные краны укомплектованы рукавами длиной 20 метров.

15. Определить расход воды на наружное пожаротушение в объединенном

водопроводе, если в населенном пункте проживает 20 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие площадью до 150 га имеет цех объемом  $55 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании II степени огнестойкости, категории В. Предприятие расположено в пределах населенного пункта.

Для вышеуказанного цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 10 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Диаметр труб пожарного крана 65 мм, рукав прорезиненный диаметром 66 мм, длина рукава – 20 метров, ствол РС-70 с насадком диаметром 19 мм.

16. Определить расход воды на наружное пожаротушение для промышленного предприятия площадью  $S=200 \text{ га}$ , если на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                              | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=210 \times 10^3 \text{ м}^3$ | А         | II                    | 48     |
| 2) $W=150 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | II                    | 66     |
| 3) $W=180 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | II                    | 30     |

Определить расстояние между пожарными кранами для 3 корпуса высотой 40 метров, если длина пожарного рукава 20 метров.

17. Определить расстояние между пожарными кранами для коридора жилого здания высотой 15 этажей, при ширине здания 15 м, общей длине коридора 24 м. Здание оборудовано пожарным краном диаметром 65 мм, прорезиненными рукавами длиной 20 м, диаметром 66 мм и стволами с диаметром насадка 13 мм.

18. Определить расход воды в объединенном водопроводе для целей наружного пожаротушения, если в населенном пункте проживает 108 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие занимает площадь менее 150 га, имеет цех объемом  $250 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании II степени огнестойкости, категория производства В и цех объемом  $125 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании I степени огнестойкости, категория производства Г, ширина цехов более 60 метров. Предприятие расположено в пределах населенного пункта.

19. Определить необходимость насосов-повысителей в жилом здании высотой 16 этажей. Гарантированный напор на вводе в жилое здание – 50 м. вод. ст. Наиболее невыгодный ПК находится на 16 этаже, длина стального трубопровода от ввода до невыгодного ПК – 58 метров, диаметр трубопровода 70 мм, пожарные краны оборудованы непрорезиненными рукавами длиной 15 метров, диаметром 51 мм, диаметр насадка 16 мм. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды – 5 л/с.

20. Определить нормативный расход воды на наружное пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой с числом жителей 17 тысяч человек и предприятия площадью 72 га, на

территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                             | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=37 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Б         | II                    | 36м    |
| 2) $W=15 \times 10^3 \text{ м}^3$ | А         | I                     | 48м    |

Предприятие расположено вне населенного пункта. Определить расстояние между пожарными кранами для первого корпуса вышеуказанного предприятия, если его высота 10 метров. Пожарные краны укомплектованы рукавами длиной 20 метров.

21. Определить расход воды для целей наружного пожаротушения в объединенном водопроводе, если в населенном пункте проживает 37 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие площадью до 150 га, имеет 2 цеха, первый цех шириной до 60 метров, второй более – 60 метров.

| Объем                             | Категория | Степень огнестойкости |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W=7 \times 10^3 \text{ м}^3$  | В         | III                   |
| 2) $W=55 \times 10^3 \text{ м}^3$ | А         | II                    |

Предприятие расположено в пределах населенного пункта. Для вышеуказанного первого цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 6 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Диаметр непрорезиненного рукава 66 мм, длина 20 метров, диаметр насадка 16 мм. Напор рассчитать аналитическим способом, проверить табличным.

22. Определить необходимость насосов-повысителей для пятиэтажного промышленного объекта, если потери напора во внутренней водопроводной сети 12 м, расчетный ПК находится на высоте 12 метров, оборудован прорезиненным рукавом диаметром 51 мм и стволом с насадком диаметром 16 мм. Гарантированный напор в наружной сети 25 метров. Какой напор должен обеспечить насос-повыситель?

23. Определить расход воды в объединенном водопроводе для целей наружного пожаротушения, если в населенном пункте проживает 250 тысяч человек, здания пятиэтажные, а предприятие занимает площадь до 150 га, имеет 2 цеха:

| Объем                                | Категория | Степень огнестойкости |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W=410 \times 10^3 \text{ м}^3$ . | А         | II                    |
| 2) $W=45 \times 10^3 \text{ м}^3$ .  | Г         | IV                    |

Ширина первого цеха – 72 метра, второго – 40 метров. Предприятие находится в пределах населенного пункта.

Также для второго цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 8 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Рукав прорезиненный, длиной 20 метров, диаметром 66 мм, диаметр насадка 16 мм.

24. Определить минимальный напор у пожарного насоса, обеспечивающего работу внутренних пожарных кранов театрального здания, если самый удаленный пожарный кран диаметром 65 мм расположен на высоте 25 м и оборудован непрорезиненным рукавом длиной 20 м и стволом с диаметром насадка 19 мм. Производительность струи 6,3 л/с. Потери напора во внутренней сети 9 м.

25. Определить нормативный расход воды на наружное пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой с числом жителей 25 тысяч человек и предприятия площадью 170 га, на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                             | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=54 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Б         | II                    | 36 м   |
| 2) $W=45 \times 10^3 \text{ м}^3$ | Г         | III                   | 48 м   |

Предприятие расположено вне населенного пункта. Определить расстояние между пожарными кранами для первого корпуса вышеуказанного предприятия, если его высота 10 метров. Пожарные краны укомплектованы рукавами длиной 20 метров.

26. Определить расход воды на наружное и внутреннее пожаротушение для объединенного водопровода населенного пункта с пятиэтажной застройкой, с числом жителей 21 тысяча человек и предприятия площадью 200 га, расположенного вне населенного пункта. На территории расположены следующие здания, шириной до 60м:

| Объем:                             | Категория: | Степень огнестойкости: |
|------------------------------------|------------|------------------------|
| 1) $W=50 \times 10^3 \text{ м}^3$  | А          | I                      |
| 2) $W=15 \times 10^3 \text{ м}^3$  | Б          | I                      |
| 3) $W=110 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В          | II                     |

Определить расстояние между пожарными кранами для второго здания высотой 40 метров, если высота помещения 8 метров, длина пожарного рукава 20 метров.

27. Определить расход воды на наружное пожаротушение в объединенном водопроводе, если в населенном пункте проживает 27 тысяч человек, здания трехэтажные, а предприятие площадью до 150 га имеет цех объемом  $210 \times 10^3 \text{ м}^3$ , расположенный в здании II степени огнестойкости, категории В. Предприятие расположено в пределах населенного пункта.

Для вышеуказанного цеха определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в помещении высотой 10 метров из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия. Диаметр труб пожарного крана 65 мм, рукав прорезиненный диаметром 66 мм, длина рукава 20 метров, ствол РС-70 с насадком диаметром 19 мм.

28. Определить расход воды на наружное пожаротушение для промышленного

предприятия площадью  $S=250$ га, если на территории предприятия расположены следующие основные корпуса:

| Объем                                   | Категория | Степень огнестойкости | Ширина |
|---|-----------|-----------------------|--------|
| 1) $W=45 \times 10^3$ м <sup>3</sup> ,  | А         | II                    | 48     |
| 2) $W=70 \times 10^3$ м <sup>3</sup> ,  | В         | II                    | 66     |
| 3) $W=180 \times 10^3$ м <sup>3</sup> , | В         | II                    | 30     |

Определить расстояние между пожарными кранами для 3 корпуса высотой 40 метров, если длина пожарного рукава 20 метров.

### Контрольные тесты

1. Какого диаметра следует применять пожарные краны для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с?

- 1) 50 мм
- 2) 65 мм
- 3) 30 мм
- 4) 25 мм
- 5) 15 мм
- 6) 85 мм

2. Два и более ввода в здание следует предусматривать

- 1) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами независимо от количества узлов управления
- 2) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более трех
- 3) для зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов
- 4) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более двух
- 5) для зданий, в которых установлено менее 12 пожарных кранов
- 6) для зданий, в которых установлено более 30 пожарных кранов

3. С каким водопроводом на промышленных предприятиях обычно объединяют противопожарный водопровод?

- 1) с производственным
- 2) с хозяйственным
- 3) обычно устраивают самостоятельный противопожарный водопровод
- 4) с хозяйственно-производственным
- 5) с продовольственным
- 6) с железнодорожным

4. Число струй и минимальный расход воды на одну струю на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях высотой до 50 м принимают в зависимости от:

- 1) объема зданий

- 2) степени огнестойкости и объема зданий
- 3) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности и объема зданий
- 4) объема зданий и категории по пожарной опасности
- 5) степени огнестойкости и объема зданий, высоты здания
- 6) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности

5. Системы внутренних водопроводов холодной воды следует принимать тупиковыми

- 1) при числе пожарных кранов до 20
- 2) при числе пожарных кранов в помещении до 24
- 3) при числе пожарных кранов до 10
- 4) если допускается перерыв в подаче воды и при числе пожарных кранов до 24
- 5) при числе пожарных кранов в помещении до 36

6. При объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта с числом жителей до 10 тыс. человек и промышленного предприятия с площадью территории до 150 га, расположенного вне населенного пункта, расчетное количество одновременных пожаров должно приниматься

- 1) один пожар (на предприятии или в населенном пункте по наибольшему расходу воды)
- 2) два пожара (один на предприятии и один в населенном пункте)
- 3) два пожара (два на предприятии или два в населенном пункте по наибольшему расходу)
- 4) один пожар
- 5) два пожара
- 6) два пожара (два на предприятии и два в населенном пункте) наибольшему расходу)

7. Какую роль выполняют резервуары чистой воды?

- 1) роль регулирующих емкостей
- 2) роль запасных емкостей
- 3) роль регулирующих и запасных емкостей
- 4) роль аварийных емкостей
- 5) роль аварийных и регулирующих емкостей
- 6) роль аварийных и запасных емкостей

### **Темы докладов, рефератов**

1. Расход воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.
2. Расход воды для целей пожаротушения.

**Тема 11. Обеспечение надежности работы систем противопожарного водоснабжения**

## Задачи

1. Определить объем неприкосновенного запаса воды для бака водонапорной башни, общей для населенного пункта и предприятия, если площадь предприятия 150 га, а два основных цеха расположены в зданиях с фонарями II степени огнестойкости, категории В, объемом  $150 \times 10^3 \text{ м}^3$ , и  $230 \times 10^3 \text{ м}^3$ . Число жителей в населенном пункте 20 тысяч человек, застройка пятиэтажными зданиями. Максимальный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды 280 л/с.

2. Определить неприкосновенный запас воды в резервуаре чистой воды для объединенного водопровода, если в населенном пункте проживает 25 тысяч человек, здания пятиэтажные, а предприятие площадью 150 га, имеет корпуса объемом  $45 \times 10^3 \text{ м}^3$  и  $24 \times 10^3 \text{ м}^3$ , здания I степени огнестойкости, производство категории А, ширина корпусов – 30 м и 20 м соответственно. Предприятие расположено вне населенного пункта. Максимальный расход воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды в водопроводе 200 л/с.

3. Определить объем бака и высоту водонапорной башни, если разность отметок диктующей точки и места установки башни  $Z_{д.т.} - Z_{в.б.} = -6 \text{ м}$ . Здания в поселке пятиэтажные. Потери напора в сети  $h_c = 10 \text{ м}$ . В городе проживает 27 тысяч человек. Максимальный расход на хозяйственно-питьевые нужды 30 л/с. Регулирующий объем воды  $25 \text{ м}^3$ .

4. Какой емкости должен быть пожарный водоем для производственного цеха предприятия, расположенного в здании с фонарями II степени огнестойкости, категории В, объемом  $150 \times 10^3 \text{ м}^3$ ?

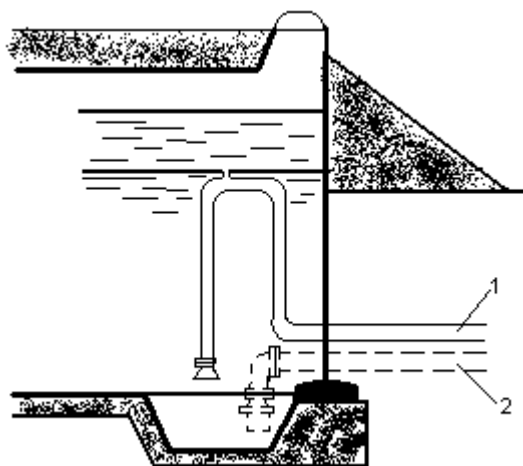
5. Определить объем бака водонапорной башни общей для населенного пункта и предприятия. Число жителей в населенном пункте 6 тысяч человек, застройка двухэтажными зданиями, площадь предприятия 62 га, на территории предприятия имеются два корпуса, шириной до 60 метров:

| Объем                                | Категория | Степень огнестойкости |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1) $W = 3,5 \times 10^3 \text{ м}^3$ | В         | IV                    |
| 2) $W = 10 \times 10^3 \text{ м}^3$  | Б         | II                    |

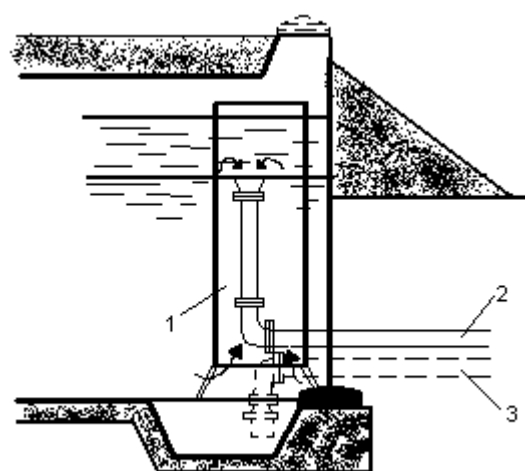
Максимальный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды 50 л/с. Регулирующий объем  $18 \text{ м}^3$ .

6. При планировке противопожарного водоснабжения было предусмотрено два пожарных водоема емкостью каждый по  $500 \text{ м}^3$ . В процессе расширения производства был построен еще один цех на расстоянии 350 м от действующего. Запаса воды в пожарных водоемах достаточно для защиты обоих зданий. Что необходимо предпринять, чтобы имеющиеся пожарные водоемы могли использоваться для противопожарного водоснабжения вновь построенного здания?

7. К числу основных сооружений, определяющих надежность работы системы водоснабжения, относятся емкости для хранения воды. От того, насколько правильно запроектированы и построены сооружения для хранения воды зависит надежность работы всей системы водоснабжения. Используя известные эвристические методы, такие как прямой и обратный мозговой штурм, синектика, проанализируйте способы сохранения неприкосновенного противопожарного запаса воды в резервуарах (рисунок) с целью прогноза выявления слабых, уязвимых мест изучаемого объекта.



а)



б)

Для сохранения неприкосновенного пожарного запаса воды резервуары должны быть оборудованы автоматическими устройствами, которые при достижении уровня неприкосновенного запаса отключают хозяйственные насосы и подают сигнал в диспетчерский пункт и на насосную I подъема для включения резервных. Такой способ сохранения неприкосновенного запаса характерен для насосных станций низкого давления, не имеющих специальных пожарных насосов.

На насосных станциях высокого давления (со специальными насосами) хозяйственно-питьевые и пожарные насосы имеют самостоятельные всасывающие линии.

Сохранение неприкосновенного противопожарного запаса воды (рисунок 1) обеспечивается в этом случае за счет того, что при снижении уровня воды в резервуаре до уровня неприкосновенного запаса (рисунок 1,а) во всасывающую трубу 1 хозяйственно-питьевого насоса через отверстие попадает воздух и произойдет срыв работы насосов.

Наличие изгиба на конце всасывающей линии хозяйственно-питьевых насосов позволяет произвести отбор воды из низшей части резервуара, что улучшает перемешивание воды в нем.

Другой способ сохранения неприкосновенного противопожарного запаса воды в резервуаре может служить способ, показанный на рисунке 1,б.

Всасывающая труба 2 хозяйственно–производственных насосов выведена на уровень неприкосновенного противопожарного запаса, что исключает отбор этими насосами неприкосновенного запаса воды. Наличие кожуха 1 обеспечивает перемешивание воды в резервуаре.

8. Определить высоту водонапорной башни, если потери напора в сети при хозяйственно-питьевом водоснабжении  $h_c = 20 м$ , при подаче воды во время пожара  $h_{c.п.} = 40 м$ . Разность отметок диктующей точки и места установки башни  $Z_{д.т.} - Z_{в.б.} = -5 м$ . Здания в поселке четырехэтажные. Следует ли во время пожара отключать водонапорную башню, если водопровод низкого давления?

### Контрольные тесты

1. Что включает в себя общий объем резервуара чистой воды?
  - 1) только неприкосновенный противопожарный объем воды
  - 2) регулирующий и неприкосновенный противопожарный объем воды
  - 3) только регулирующий объем воды
  - 4) регулирующий и аварийный объем воды
  - 5) неприкосновенный, противопожарный и аварийный объем воды
  - 6) только аварийный объем воды
2. Укажите максимальный срок восстановления пожарного объёма воды в населённых пунктах и на промышленных предприятиях с помещениями по пожарной опасности категории А, Б, В.
  - 1) 15 ч
  - 2) 24 ч
  - 3) 36 ч
  - 4) 12 ч
  - 5) 14 ч
  - 6) 16 ч
3. На сколько категорий подразделяются системы водоснабжения по надежности действия
  - 1) на 4 категории
  - 2) на 2 категории
  - 3) на 3 категории
  - 4) на 5 категорий
  - 5) на 7 категорий
  - 6) на 6 категорий
4. К какой категории по надежности действия следует относить объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей менее 5 тыс. человек
  - 1) I категории
  - 2) II категории

- 3) III категории
- 4) IV категории
- 5) VII категории
- 6) X категории

5. С целью обеспечения надежности системы противопожарного водоснабжения разделение водопроводной сети на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение

- 1) не более 2 пожарных гидрантов
- 2) не более 5 пожарных гидрантов
- 3) не более 10 пожарных гидрантов
- 4) не более 3 пожарных гидрантов
- 5) не более 7 пожарных гидрантов
- 6) не более 12 пожарных гидрантов

6. Как называется свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки?

- 1) Безотказность
- 2) Работоспособность
- 3) Исправность
- 4) Долговечность
- 5) Ремонтопригодность
- 6) Сохраняемость

7. Какие существуют возможные режимы работы резервных элементов в системе противопожарного водоснабжения?

- 1) основной резерв
- 2) нагруженный резерв
- 3) ненагруженный резерв
- 4) вспомогательный резерв
- 5) облегченный резерв
- 6) дополнительный резерв

8. Какой резерв неэкономичен и практически не применяется в противопожарном водоснабжении?

- 1) нагруженный резерв
- 2) ненагруженный резерв
- 3) облегченный резерв
- 4) нагруженный и облегченный резерв
- 5) все вышеперечисленное
- 6) все виды резервов используются часто

9. Какой режим работы резервных элементов характеризуется тем, что резервные элементы работают в том же режиме, что и остальные?

- 1) основной резерв

- 2) нагруженный резерв
- 3) ненагруженный резерв
- 4) вспомогательный резерв
- 5) облегченный резерв
- 6) дополнительный резерв

10. Одним из наиболее широко применяемых методов повышения надежности насосных станций является резервирование. Какие при этом различают виды резервирования?

- 1) геометрическое
- 2) структурное
- 3) управленческое
- 4) нагрузочное
- 5) функциональное
- 6) временное

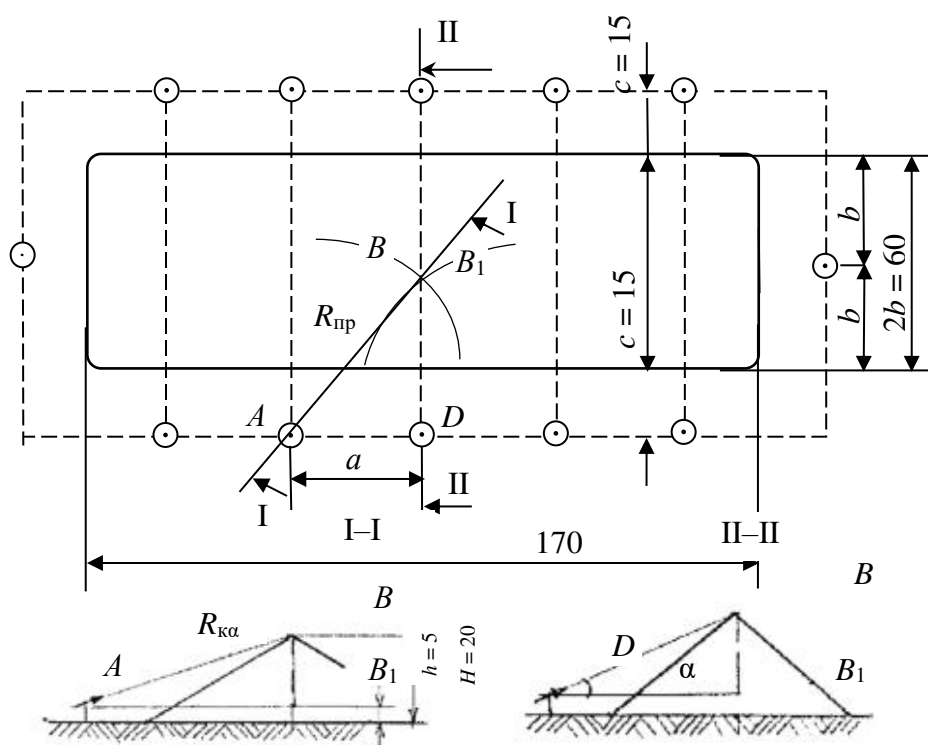
### **Темы докладов, рефератов**

1. Обеспечение надежности работы водопроводной сети.
2. Пожарные гидранты и колонки.
3. Обеспечение надёжности работы насосных станций.
4. Напорно-регулирующие ёмкости.
5. Область применения и устройство противопожарных водопроводов высокого давления.
6. Обеспечение надежности функционирования систем противопожарного водоснабжения в особых природных и климатических условиях.

### **Тема 12. Наружные противопожарные водопроводы высокого давления**

#### **Задачи**

1. Куча балансовой древесины имеет размеры, показанные на рисунке. Лафетные стволы расставлены из условия орошения каждой точки поверхности кучи двумя компактными струями. В этом случае диктующая, т. е. наиболее удаленная и высоко расположенная точка, в которой должны соприкасаться струи от двух смежных стволов, находится на гребне кучи против вышки. Для подачи струй используются стволы с насадками диаметром 65 мм (диаметр насадков следует принимать не менее 38 мм) при напоре у ствола 70 м. Тогда расход из одного ствола составит 116,5 л/с, а радиус действия компактной струи – 52 м (табл. 6.4) при наклоне ствола к горизонтальной плоскости 30°. Выполнить гидравлический расчет для данной схемы.



2. Рассчитать кольцевой оросительный трубопровод а примере охлаждения боковой поверхности при пожаре наземного вертикального резервуара с ЛВЖ со стационарной крышей номинальным объемом  $W = 5000 \text{ м}^3$ , диаметром  $d_p = 21 \text{ м}$  и высотой  $H = 15 \text{ м}$ . Стационарная установка охлаждения резервуара состоит из горизонтального секционного кольца орошения (оросительного трубопровода с устройствами распыления воды), размещаемого в верхнем поясе стенок резервуара, сухих стояков и горизонтальных трубопроводов, соединяющих секционное кольцо орошения с сетью противопожарного водопровода.

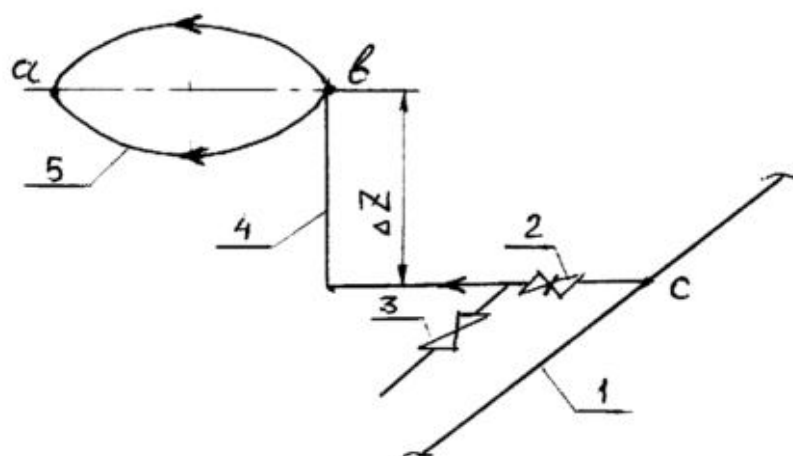


Схема участка водопроводной сети с кольцом орошения:  
 1 – участок кольцевой сети; 2 – задвижка на ответвлении;  
 3 – кран для слива воды; 4 – сухой стояк и горизонтальный трубопровод; 5 – оросительный трубопровод

## с устройствами для распыления воды

Исходные данные к «Расчет кольцевого оросительного трубопровода для охлаждения боковой поверхности при пожаре наземного вертикального резервуара с ЛВЖ со стационарной крышей», принять по таблице.

|  |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |
|--|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Последняя цифра номера в зачетной книжке                       | 1 и 2 |      | 3 и 4 |      | 5 и 6 |      | 7 и 8 |      | 9 и 0 |      |
| Номинальный объем резервуара, $W, \text{м}^3$                  | 5000  |      | 10000 |      | 20000 |      | 30000 |      | 40000 |      |
| Диаметр резервуара $d_p, \text{м}$                             | 21,0  |      | 28,5  |      | 40,0  |      | 45,6  |      | 56,9  |      |
| Высота резервуара $H, \text{м}$                                | 15,0  |      | 18,0  |      | 18,0  |      | 18,0  |      | 18,0  |      |
| Предпоследняя цифра номера в зачетной книжке                   | 1     | 2    | 3     | 4    | 5     | 6    | 7     | 8    | 9     | 0    |
| Условный диаметр выходного отверстия оросителя, $d, \text{мм}$ | 10    | 15   | 10    | 15   | 10    | 15   | 10    | 15   | 10    | 15   |
| Коэффициент производительности, $K$                            | 0,35  | 0,77 | 0,35  | 0,77 | 0,35  | 0,77 | 0,35  | 0,77 | 0,35  | 0,77 |

## Контрольные тесты

1. Каким образом должна производиться защита аппаратов колонного типа высотой более 30 м?
  - 1) лафетными стволами
  - 2) лафетными стволами и передвижной пожарной техникой
  - 3) стационарными установками орошения
  - 4) комбинированно: до высоты 30 м- лафетными стволами и передвижной пожарной техникой, выше отметки 30 м- стационарными установками орошения
  - 5) комбинированно: до высоты 15 м- лафетными стволами и передвижной пожарной техникой, выше отметки 15 м- стационарными установками орошения
  - 6) комбинированно: до высоты 40 м- лафетными стволами и передвижной пожарной техникой, выше отметки 40 м- стационарными установками орошения
  
2. От каких параметров зависит расход воды на пожаротушение и количество одновременных пожаров складов лесоматериалов?
  - 1) от их вида

- 2) от способа хранения
- 3) от емкости
- 4) от площади склада
- 5) от их вида и способа хранения
- 6) от их вида, способа хранения, емкости и площади склада

3. Укажите объём воды на пожаротушение, хранящийся в резервуаре и водоёме

- 1) 20 %
- 2) 50 %
- 3) 80 %
- 4) 10 %
- 5) 40 %
- 6) 70 %

4. Системы водоснабжения классифицируют

- 1) по виду обслуживаемого объекта
- 2) по способу подачи воды
- 3) по назначению и по способу подачи воды
- 4) по виду обслуживаемого объекта , по способу подачи воды, по назначению
- 5) по виду обслуживаемого объекта и по способу подачи воды
- 6) по назначению

5. Насосы, принцип действия которых основан на изменении потенциальной энергии относятся

- 1) к центробежным насосам
- 2) к объемной группе насосов
- 3) к динамической группе насосов
- 4) к лопастным насосам
- 5) к вихревым насосам
- 6) к струйным насосам

### **Темы докладов, рефератов**

- 1. Область применения и устройство противопожарных водопроводов высокого давления.
- 2. Устройство систем противопожарного водоснабжения на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

## Тема 13. Противопожарное водоснабжение внутри зданий

### Задачи

1. Рассчитать объединенный хозяйственно-противопожарный водопровод двухэтажного производственного здания II степени огнестойкости категории В с высотой помещений 8,2 м, толщина перекрытия  $b = 0,25$  м размерами в плане 24х60 м (объем 23616 м<sup>3</sup>). На хозяйственно-питьевые нужды вода подается по двум стоякам, на которых установлено 15 смывных бачков, 4 лабораторных мойки, 8 питьевых фонтанчиков, 15 писсуаров, 16 умывальников, 4 гигиенических душа. В здании работает 400 человек. Норма расхода воды одним водопотребителем  $Q_{\text{ч}} = 14,1$  л/ч. Гарантированный напор в наружной сети 10 м.
2. Рассчитать объединенный хозяйственно-производственный противопожарный водопровод двухэтажного производственного здания II степени огнестойкости с категорией здания В с высотой помещений 6 м и размерами в плане 18х52 м. На хозяйственно-питьевые и производственные нужды вода подается по двум стоякам с расходом  $q=4$  л/с. Гарантированный напор в наружной сети 20 м.
3. Определить расстояние между пожарными кранами для помещения шириной  $b=36$  м и высотой  $T=10$  м, если  $R_k = 12$  м,  $l_p = 20$  м. Каждая точка помещения должна орошаться двумя компактными струями.

### Контрольные тесты

1. Число струй и минимальный расход воды на одну струю на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях высотой до 50 м принимают в зависимости от:
  - 1) объема зданий
  - 2) степени огнестойкости и объема зданий
  - 3) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности и объема зданий
  - 4) объема зданий и категории по пожарной опасности
  - 5) степени огнестойкости и объема зданий, высоты здания
  - 6) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности
2. На какой высоте над полом помещения устанавливаются внутренние пожарные краны?
  - 1) 1,5 м
  - 2)  $2 \pm 0,15$
  - 3)  $1,35 \pm 0,15$  м
  - 4) 1,7 м

- 5) 2,5 м
- 6) 1,55 м

3. Системы внутренних водопроводов следует принимать тупиковыми

- 1) при числе пожарных кранов до 20
- 2) при числе пожарных кранов в помещении до 24
- 3) при числе пожарных кранов до 10
- 4) если допускается перерыв в подаче воды и при числе пожарных кранов до 24
- 5) при числе пожарных кранов в помещении до 36

4. В каких случаях устраивается внутренний водопровод с пожарным насосом-повысителем?

- 1) когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным и высоко расположенным хозяйственным кранам в обычное время работы водовода и для создания расчетных пожарных струй из наиболее удаленных и высоко расположенных пожарных кранов при работе водовода во время пожара
- 2) когда гарантированный напор в наружной сети меньше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но больше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов
- 3) при постоянном недостатке напора в наружной сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов
- 4) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов
- 5) при постоянном недостатке напора во внутренней сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов.
- 6) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов

5. Укажите главную рабочую характеристику пожарного насоса, используемого в системах внутреннего противопожарного водоснабжения

- 1)  $Q = \eta$
- 2)  $Q = N$
- 3)  $Q = H$
- 4)  $S = \eta$
- 5)  $Z = N$
- 6)  $F = H$

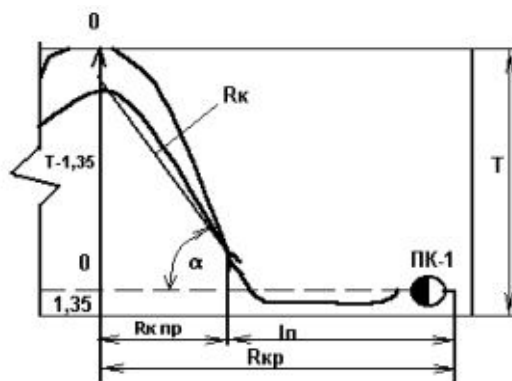
## Темы докладов, рефератов

1. Расходы воды на цели внутреннего пожаротушения.
2. Классификация и основные элементы внутреннего водопровода.
3. Схемы внутренних водопроводов, требования нормативных документов.

## Тема 14. Специальные внутренние противопожарные водопроводы

### Задачи

1. В производственном помещении с размерами в плане  $24 \times 48$  м и высотой 8 м установлено 4 пожарных крана. Диаметры труб пожарных кранов 65 мм, диаметры рукавов 66 мм, длиной 20 м, стволы с насадками диаметром 19 мм. Определить напор и расход воды из пожарных кранов из условия орошения каждой точки помещения двумя компактными струями. Построить карту орошения.
2. Определить напор и расход воды из пожарного крана, установленного в производственном помещении высотой 12 м из условия обеспечения орошения компактной струей перекрытия (рисунок 3). Диаметр труб пожарного крана 65 мм, непрорезиненный рукав диаметром 66 мм и длиной 20 м, ствол РС-70 с насадком диаметром 19 мм.



*Примечание.* Максимальный угол наклона компактной части струи не должен превышать  $70^\circ$ .

### Контрольные тесты

1. Укажите принимаемое время работы пожарных кранов
  - 1) 1 час
  - 2) 2 часа
  - 3) 3 часа
  - 4) 20 минут
  - 5) 1,5 часа
  - 6) 10 минут

2. При обследовании внутреннего противопожарного водопровода испытаниям на водоотдачу подвергают
- 1) все пожарные краны, находящиеся в помещении
  - 2) только «диктующие», т.е. наиболее высокорасположенные или наиболее удаленные от водопитателя пожарные краны
  - 3) только рядом расположенные с вводом пожарные краны
  - 4) пожарные краны расположенные в подвальном этаже
  - 5) ближайший пожарный кран от ввода в здание
  - 6) любой пожарный кран в помещении
3. Какого диаметра следует применять пожарные краны для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с?
- 1) 50 мм
  - 2) 65 мм
  - 3) 30 мм
  - 4) 25 мм
  - 5) 15 мм
  - 6) 85 мм
4. Два и более ввода в здание следует предусматривать
- 1) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами независимо от количества узлов управления
  - 2) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более трех
  - 3) для зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов
  - 4) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более двух
  - 5) для зданий, в которых установлено менее 12 пожарных кранов
  - 6) для зданий, в которых установлено более 30 пожарных кранов
5. С каким водопроводом на промышленных предприятиях обычно объединяют противопожарный водопровод?
- 1) с производственным
  - 2) с хозяйственным
  - 3) обычно устраивают самостоятельный противопожарный водопровод
  - 4) с хозяйственно-производственным
  - 5) с продовольственным
  - 6) с железнодорожным

### **Темы докладов, рефератов**

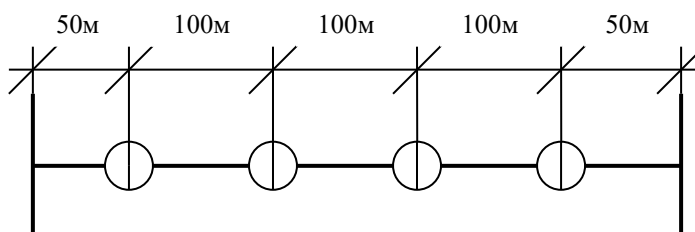
1. Особенности противопожарного водоснабжения в зданиях повышенной этажности. Методика расчета диафрагм.
2. Расходы воды на пожаротушения в театрах.

## Тема 15. Обследование систем противопожарного водоснабжения

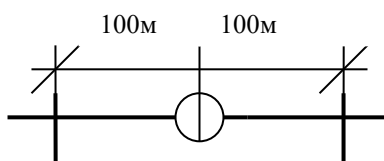
### Задачи

1. Определить водоотдачу из четырех гидрантов, установленных на распределительной линии при одностороннем и двустороннем питании. Напор в магистральной линии 40 м, диаметр распределительной линии 200 мм. Трубы неновые чугунные. Отбор воды осуществляется по двум рукавам диаметром 66 мм. Расход воды на хозяйственно-питьевые цели не учитывать. Исходные данные задачи приведены в таблице

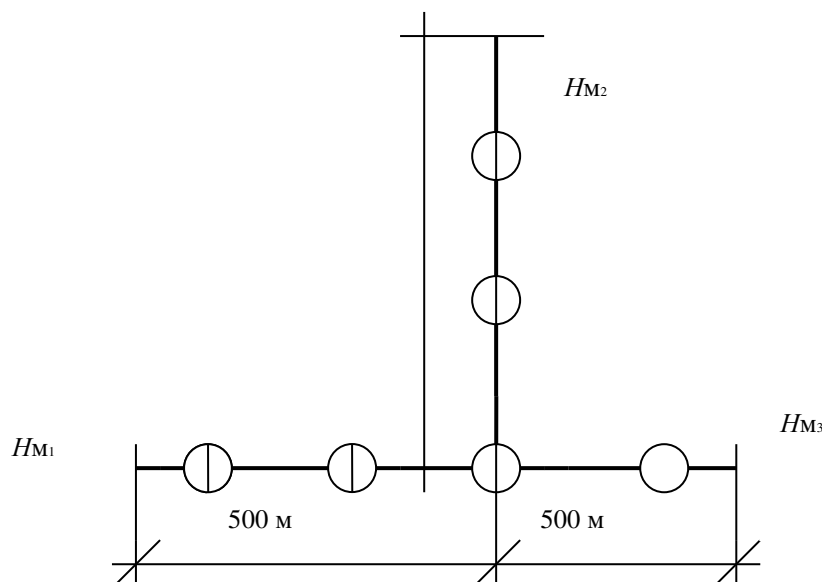
| Номер варианта   | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Диаметр труб, мм | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 300 | 250 | 200 |
| Напор, м         | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 50  | 40  | 30  | 20  |



2. Определять водоотдачу сети из одного гидранта, установленного на распределительной линии диаметром 200 мм при напорах в магистральной линии 20, 30, 40 м. Сравнить значения водоотдачи при одностороннем и двустороннем питании. Трубы неновые чугунные. Отбор воды осуществляется по двум рукавам диаметром 77 мм с использованием мягких рукавов. Расход на хозяйственно-питьевые цели не учитывать.



3. Определять водоотдачу сети. Трубы не новые стальные, диаметром 200 мм. Питание всех трех участков одностороннее:  $H_{м1} = 20$  м,  $H_{м2} = 30$  м,  $H_{м3} = 20$  м. Отбор воды осуществляется по двум руками 66 мм с использованием мягких рукавов. Расход на хозяйственно-питьевые цели не учитывать.



4. При определении водоотдачи участка наружной водопроводной сети, обслуживающей жилое здание высотой 14 этажей и объёмом  $30 \cdot 10^3 \text{ м}^3$  использовали 4 ствола РС-70 с насадками 19 мм, включенные таким образом, что давление на всех стволах было одинаковым. Показание манометра, установленного на стволе-водомере  $P = 30 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какой получили расход при испытании? Сделать заключение о соответствии расхода воды на пожаротушение нормативным требованиям. Предложить схему подачи воды к столам от автонасоса.

5. При определении водоотдачи водопроводной сети вода подавалась автонасосом по двум магистральным линиям  $d_m = 77 \text{ мм}$  (в каждой линии проложено по одному рукаву длиной 20 м) к четырем стволам с диаметрами насадков  $d_n = 19 \text{ мм}$ . Разность высот расположения стволов и насоса  $\Delta Z = 0$ . Количество рукавов в каждой рабочей линии  $n = 1$ , а диаметр  $d_p = 66 \text{ мм}$ . Рукава использовались латексированные. Сделать заключение о водоотдаче сети, если мановакуумметр показывал  $P_{м.в} = 0,5 \text{ атм}$ , а манометр  $P_{м.} = 7 \text{ атм}$ .

### Контрольные вопросы

1. Поясните методику обследования наружных противопожарных водопроводов.
2. Поясните методику обследования внутренних противопожарных водопроводов.
3. Что такое водоотдача?
4. Какие допущения принимаются при аналитическом определении водоотдачи?
5. Как определить водоотдачу расчетным путем?
6. Как практически определить водоотдачу внутренних водопроводов?
7. Как практически определить водоотдачу наружных водопроводов?

### Темы докладов, рефератов

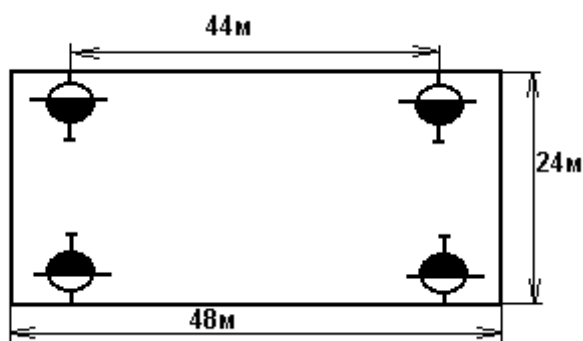
1. Анализ состояний противопожарного водоснабжения на объектах.

2. Анализ нормативно-правовой базы в области противопожарного водоснабжения.

## Тема 16. Экспертиза проектных материалов

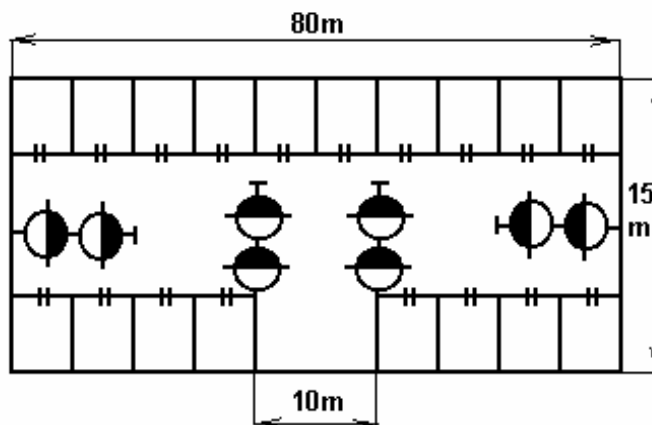
### Задачи

1. При рассмотрении проекта внутреннего противопожарного водоснабжения производственного здания II степени огнестойкости, категории по пожарной опасности В, объемом  $3 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ , с расстановкой пожарных кранов как на рисунке 2, было выявлено, что данные пожарные краны не обеспечивают требуемую защиту, так как часть площади производственного здания защищается только одним стволом. В чем причина создавшейся ситуации и что можно предпринять для выполнения требуемых условий орошения?



2. План верхнего этажа гостиницы с размещением пожарных кранов показан на рисунке к задаче 9.5. Высота этажа 3м, а общая высота гостиницы 60 м. Объем здания  $72 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ . Гостиница оборудована специальным зонным противопожарным водопроводом со спаренными пожарными кранами диаметром 65мм, рукавами 66 мм и стволами РС-70 с насадками диаметром 19 мм.

Определить напор и расход воды из пожарного крана, а также расход воды на внутреннее пожаротушение.



3. Произвести размещение пожарных кранов в производственном помещении с размерами в плане  $36 \times 72 \text{ м}$  и высотой 6м. Здание II степени огнестойкости, категории по пожарной опасности В и объемом  $60 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ .

## **Контрольные тесты**

1. Укажите первичные средства пожаротушения, которыми следует обеспечивать места проведения огневых работ

- 1) Огнетушитель
- 2) Ящик с песком и лопатой
- 3) Метла
- 4) Кошма
- 5) Ведро с водой

2. Укажите принимаемое время работы пожарных кранов

- 1) 1 час
- 2) 2 часа
- 3) 3 часа
- 4) 20 минут
- 5) 1,5 часа
- 6) 10 минут

3. При обследовании внутреннего противопожарного водопровода испытаниям на водоотдачу подвергают

- 1) все пожарные краны, находящиеся в помещении
- 2) только «диктующие», т.е. наиболее высокорасположенные или наиболее удаленные от водопитателя пожарные краны
- 3) только рядом расположенные с вводом пожарные краны
- 4) пожарные краны расположенные в подвальном этаже
- 5) ближайший пожарный кран от ввода в здание
- 6) любой пожарный кран в помещении

4. Какого диаметра следует применять пожарные краны для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с?

- 1) 50 мм
- 2) 65 мм
- 3) 30 мм
- 4) 25 мм
- 5) 15 мм
- 6) 85 мм

## **Темы докладов и рефератов**

1. Методика рассмотрения проектов наружных противопожарных водопроводов.

2.. Методика рассмотрения проектов внутренних противопожарных водопроводов.

#### **4.4 КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ**

## **Перечень тестовых заданий по дисциплине «Противопожарное водоснабжение»**

1. Как изменяется вязкость газов при увеличении температуры
  - 1) увеличивается
  - 2) уменьшается
  - 3) остается неизменной
  - 4) имеет минимум
  - 5) по синусоиде
  - 6) имеет максимум
  
2. В уравнении Бернулли слагаемое скоростного напора с энергетической точки зрения обозначает:
  - 1) удельная потенциальная энергия давления
  - 2) удельная кинетическая энергия
  - 3) удельная потенциальная энергия положения
  - 4) полная энергия
  - 5) полная потенциальная энергия
  - 6) нет правильного ответа
  
3. Критерий, характеризующий отношение инерционных сил к силам трения в подобных потоках
  - 1) Рейнольдса
  - 2) Фруда
  - 3) Фурье
  - 4) Эйлера
  - 5) Прандтля
  - 6) Нуссельта
  
4. При  $Re = 1250$  режим движения жидкости
  - 1) кавитационный
  - 2) турбулентный
  - 3) переходный

- 4) ламинарный
- 5) квазитурбулентный
- 6) стационарный

5. На сколько областей трения делится ламинарный режим движения при определении коэффициента гидравлического трения?

- 1) на одну
- 2) на две
- 3) на три
- 4) на четыре
- 5) на пять
- 6) на шесть

6. Какой прибор используют для экспериментального определения вязкости жидкости?

- 1) тахометр
- 2) манометр
- 3) вакуумметр
- 4) барометр
- 5) дифференциальный манометр
- 6) вискозиметр

7. Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент динамической вязкости

- 1)  $\gamma$
- 2)  $\zeta$
- 3)  $\lambda$
- 4)  $\mu$
- 5)  $\eta$
- 6)  $\tau$

8. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой  $\mu$  обозначается

- 1) коэффициент скорости
- 2) коэффициент расхода
- 3) коэффициент сжатия
- 4) коэффициент истечения
- 5) коэффициент гидравлического трения
- 6) коэффициент диффузии

9. Укажите единицы измерения объемного расхода

- 1)  $\text{Н}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$
- 2)  $\text{Па} \cdot \text{с}$
- 3)  $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$
- 4)  $\text{кг} \cdot \text{с}/\text{м}^2$

- 5)  $\text{м}^3/\text{с}$
- 6) Па

10. Отношение площади сжатого сечения струи к площади отверстия называется

- 1) коэффициентом диффузии
- 2) коэффициентом скорости
- 3) коэффициентом расхода
- 4) коэффициентом сжатия
- 5) коэффициентом сопротивления
- 6) коэффициентом местных потерь

11. Одной из причин возникновения гидроудара является:

- 1) медленное закрытие задвижки
- 2) резкое закрытие регулирующего органа трубопровода
- 3) уменьшение расхода воды в трубе
- 4) гашение турбулентных пульсаций в потоке жидкости
- 5) коррозия трубопровода
- 6) уменьшение скорости движения

12. Манометр показывает давление 0,15 МПа. Чему равно полное абсолютное давление, если давление атмосферного воздуха составляет 760 мм.рт.ст.

- 1) 0,15 МПа
- 2) 5 МПа
- 3) 0,25 МПа
- 4) 1,25 МПа
- 5) 25 МПа
- 6) 0,005 МПа

13. Какой из критериев гидродинамического подобия характеризует нестационарный характер движения жидкости

- 1) Рейнольдса
- 2) Фруда
- 3) Фурье
- 4) Гомохронности
- 5) Прандтля
- 6) Нуссельта

14. При  $Re > 25000$  режим движения жидкости

- 1) ламинарный
- 2) переходный
- 3) турбулентный
- 4) кавитационный
- 5) квазитурбулентный
- 6) стационарный

15. К какому режиму движения жидкости относится автомоделная область трения

- 1) турбулентный
- 2) ламинарный
- 3) квазитурбулентный
- 4) стационарный
- 5) квазиламинарный
- 6) нет правильного ответа

16. К какому режиму движения жидкости относится область трения «гидравлически гладкие трубы»

- 1) турбулентный
- 2) ламинарный
- 3) квазитурбулентный
- 4) стационарный
- 5) квазиламинарный
- 6) нет правильного ответа

17. Насадком называется присоединенная к отверстию в стенке труба,

- 1) длина которой равна эквивалентному диаметру
- 2) длина которой составляет 100-220 мм
- 3) длина которой не превышает 200 мм
- 4) длина которой составляет 3 диаметра
- 5) длина которой составляет 4 диаметра
- 6) в которой местные потери преобладают над потерями по длине

18. Изменение формы поперечного сечения струи при истечении её в атмосферу называется

- 1) кавитацией
- 2) коррегированием
- 3) инверсией
- 4) полиморфией
- 5) дисперсией
- 6) интерполяцией

19. Стволы с насадками каких диаметров относятся к лафетным

- 1) менее 20 мм
- 2) более 25 мм
- 3) 22 мм
- 4) не более 22 мм
- 5) 13 мм
- 6) 16 и 19 мм

20. Резкое повышение давления, возникающее в трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости:

- 1) гидравлическим напором
- 2) гидравлическим прыжком
- 3) гидравлическим скачком
- 4) гидравлическим тараном
- 5) гидравлическим сопротивлением
- 6) гидравлическим ударом

21. В уравнении Бернулли слагаемое геометрического напора с энергетической точки зрения обозначает:

- 1) удельная потенциальная энергия давления
- 2) удельная кинетическая энергия
- 3) удельная потенциальная энергия положения
- 4) полная энергия
- 5) полная потенциальная энергия
- 6) нет правильного ответа

22. В уравнении Бернулли слагаемое скоростного напора имеет единицу измерения:

- 1) Н
- 2) м/с
- 3) м/с<sup>2</sup>
- 4) м<sup>2</sup>/с
- 5) м·
- 6) м.

23. Ареометр- это прибор для измерения

- 1) вязкости жидкости
- 2) давления
- 3) удельной упругости жидкост
- 4) теплопроводности жидкости;
- 5) плотности жидкости
- 6) поверхностного натяжения жидкости

24. Как изменится напор центробежного насоса, если число оборотов рабочего колеса увеличить в два раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 8 раз
- 4) уменьшится в 4 раза
- 5) увеличится в 16 раз
- 6) уменьшится в 2,5 раза

25. В каких случаях устраивается внутренний водопровод с пожарным насосом-повысителем?

- 1) когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи

необходимого количества воды к наиболее удаленным и высоко расположенным хозяйственным кранам в обычное время работы водовода и для создания расчетных пожарных струй из наиболее удаленных и высоко расположенных пожарных кранов при работе водовода во время пожара

2) когда гарантированный напор в наружной сети меньше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но больше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов

3) при постоянном недостатке напора в наружной сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов

4) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов

5) при постоянном недостатке напора во внутренней сети, когда гарантированный напор меньше требуемого напора для хозяйственных приборов и пожарных кранов.

6) когда гарантированный напор в наружной сети больше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но меньше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов

26. Объем жидкости, перемещаемой насосом за единицу времени, называется:

1) подачей насоса

2) объемным КПД насоса

3) расходом

4) мощностью насоса

5) числом оборотов насоса

27. В каких случаях используется последовательная работа насосов?

1) когда требуется увеличить подачу

2) когда напор, развиваемый одним насосом, недостаточен

3) при подаче воды на лафетные стволы

4) когда требуется увеличить напор

5) когда напор, развиваемый одним насосом, достаточен

28. В случаях, когда подача одного насоса меньше расхода воды, требуемого по условиям пожара, применяется

1) параллельная работа автонасосов

2) последовательная работа автонасосов

3) либо параллельная, либо последовательная работа автонасосов

4) параллельная и последовательная работа насосов

5) сложная работа насосов в перекачку

29. При перекачке воды на большие расстояния следует использовать

1) параллельная работа автонасосов

- 2) последовательная работа автонасосов
- 3) либо параллельная, либо последовательная работа автонасосов
- 4) параллельная и последовательная работа насосов
- 5) сложная работа насосов
- 6) работа насосов в перекачку

30. На сколько категорий подразделяются системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды (по надежности действия)

- 1) на 4 категории
- 2) на 2 категории
- 3) на 3 категории
- 4) на 5 категорий
- 5) на 7 категорий
- 6) на 6 категорий

31. К какой категории по степени обеспеченности подачи воды следует относить объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей менее 5 тыс. человек

- 1) I категории
- 2) II категории
- 3) III категории
- 4) IV категории
- 5) VII категории
- 6) X категории

32. Гидроэлеваторные системы позволяют забирать воду с глубин:

- 1) не более 10 м
- 2) до 20 м
- 3) до 40 м
- 4) не более 8 м
- 5) до 30 м
- 6) до 45 м

33. Разделение водопроводной сети на ремонтные участки должно обеспечивать при выключении одного из участков отключение

- 1) не более 2 пожарных гидрантов
- 2) не более 5 пожарных гидрантов
- 3) не более 10 пожарных гидрантов
- 4) не более 3 пожарных гидрантов
- 5) не более 7 пожарных гидрантов
- 6) не более 12 пожарных гидрантов

34. Какого диаметра следует применять пожарные краны для получения пожарных струй с расходом воды до 4 л/с?

- 1) 50 мм

- 2) 65 мм
- 3) 30 мм
- 4) 25 мм
- 5) 15 мм
- 6) 85 мм

35. Два и более ввода в здание следует предусматривать

- 1) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами независимо от количества узлов управления
- 2) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более трех
- 3) для зданий, в которых установлено более 12 пожарных кранов
- 4) для зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами при числе узлов управления более двух
- 5) для зданий, в которых установлено менее 12 пожарных кранов
- 6) для зданий, в которых установлено более 30 пожарных кранов

36. С каким водопроводом на промышленных предприятиях обычно объединяют противопожарный водопровод?

- 1) с производственным
- 2) с хозяйственным
- 3) обычно устраивают самостоятельный противопожарный водопровод
- 4) с хозяйственно-производственным
- 5) с продовольственным
- 6) с железнодорожным

37. Число струй и минимальный расход воды на одну струю на внутреннее пожаротушение в производственных зданиях высотой до 50 м принимают в зависимости от:

- 1) объема зданий
- 2) степени огнестойкости и объема зданий
- 3) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности и объема зданий
- 4) объема зданий и категории по пожарной опасности
- 5) степени огнестойкости и объема зданий, высоты здания
- 6) степени огнестойкости, категории по пожарной опасности

38. Системы внутренних водопроводов холодной воды следует принимать тупиковыми

- 1) при числе пожарных кранов до 20
- 2) при числе пожарных кранов в помещении до 24
- 3) при числе пожарных кранов до 10
- 4) если допускается перерыв в подаче воды и при числе пожарных кранов до 24
- 5) при числе пожарных кранов в помещении до 36

39. При объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта с числом жителей до 10 тыс. человек и промышленного предприятия с площадью территории до 150 га, расположенного вне населенного пункта, расчетное количество одновременных пожаров должно приниматься

- 1) один пожар (на предприятии или в населенном пункте по наибольшему расходу воды)
- 2) два пожара (один на предприятии и один в населенном пункте)
- 3) два пожара (два на предприятии или два в населенном пункте по наибольшему расходу)
- 4) один пожар
- 5) два пожара
- 6) два пожара (два на предприятии и два в населенном пункте) наибольшему расходу)

40. Какую роль выполняют резервуары чистой воды?

- 1) роль регулирующих емкостей
- 2) роль запасных емкостей
- 3) роль регулирующих и запасных емкостей
- 4) роль аварийных емкостей
- 5) роль аварийных и регулирующих емкостей
- 6) роль аварийных и запасных емкостей

41. Как называется насосная станция, предназначенная для подачи воды из резервуаров чистой воды через водоводы и водопроводную сеть к потребителям?

- 1) повысительная насосная станция
- 2) насосная станция I подъема
- 3) насосная станция II подъема
- 4) циркуляционная насосная станция
- 5) обратная насосная станция
- 6) насосная станция III подъема

42. Пожарные гидранты следует располагать от стен здания:

- 1) не ближе 3 м
- 2) не ближе 5 м
- 3) не ближе 1,5 м
- 4) не ближе 7 м
- 5) не ближе 2,5 м
- 6) не ближе 3,5 м

43. Пожарные гидранты какого исполнения наиболее распространены в нашей стране?

- 1) наземные
- 2) подземные
- 3) подземно-наземные

- 4) полуподземные
- 5) гидрант-колонка
- 6) полуназемные

44. На какой высоте над полом помещения устанавливаются внутренние пожарные краны?

- 1) 1,5 м
- 2) 2 м±0,15
- 3) 1,35±0,15 м
- 4) 1,7 м
- 5) 2,5 м
- 6) 1,55 м

45. Что включает в себя общий объем резервуара чистой воды?

- 1) только неприкосновенный противопожарный объем воды
- 2) регулирующий и неприкосновенный противопожарный объем воды
- 3) только регулирующий объем воды
- 4) регулирующий и аварийный объем воды
- 5) неприкосновенный противопожарный и аварийный объем воды
- 6) только аварийный объем воды

46. Укажите противопожарные водопроводы

- 1) низкого давления
- 2) нормального давления
- 3) среднего давления
- 4) высокого давления
- 5) пониженного давления
- 6) повышенного давления

47. Укажите объём воды на пожаротушение, хранящийся в резервуаре и водоёме

- 1) 20 %
- 2) 50 %
- 3) 80 %
- 4) 10 %
- 5) 40 %
- 6) 70 %

48. Системы водоснабжения классифицируют

- 1) по виду обслуживаемого объекта
- 2) по способу подачи воды
- 3) по назначению и по способу подачи воды
- 4) по виду обслуживаемого объекта , по способу подачи воды, по назначению
- 5) по виду обслуживаемого объекта и по способу подачи воды
- 6) по назначению

49. Насосы, принцип действия которых основан на изменении потенциальной энергии, относятся

- 1) к центробежным насосам
- 2) к объемной группе насосов
- 3) к динамической группе насосов
- 4) к лопастным насосам
- 5) к вихревым насосам
- 6) к струйным насосам

50. Рабочими параметрами насоса являются

- 1) подача, напор, потребляемая мощность
- 2) подача, напор, потребляемая мощность, полный коэффициент полезного действия, высота всасывания
- 3) подача, напор, полный коэффициент полезного действия, высота всасывания
- 4) напор, потребляемая мощность, полный коэффициент полезного действия, высота всасывания
- 5) подача, напор, потребляемая мощность, полный коэффициент полезного действия
- 6) подача, потребляемая мощность, полный коэффициент полезного действия, высота всасывания

51. Укажите главную рабочую характеристику насоса

- 1)  $Q = \eta$
- 2)  $Q = N$
- 3)  $Q = H$
- 4)  $S = \eta$
- 5)  $Z = N$
- 6)  $F = H$

52. Укажите принимаемое время работы пожарных кранов

- 1) 1 час
- 2) 2 часа
- 3) 3 часа
- 4) 20 минут
- 5) 1,5 часа
- 6) 10 минут

53. При обследовании внутреннего противопожарного водопровода испытаниям на водоотдачу подвергают

- 1) все пожарные краны, находящиеся в помещении
- 2) только «диктующие», т.е. наиболее высокорасположенные или наиболее удаленные от водопитателя пожарные краны
- 3) только рядом расположенные с вводом пожарные краны

- 4) пожарные краны расположенные в подвальном этаже
- 5) ближайший пожарный кран от ввода в здание
- 6) любой пожарный кран в помещении

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Задачей курсового проекта является закрепление знаний в области противопожарного водоснабжения. В процессе выполнения курсового проекта обучаемые должны получить полное представление об устройстве всей системы водоснабжения поселения и промышленного предприятия, определить расчетные расходы воды, произвести гидравлический расчет водопровода, а также запасных напорно-регулирующих емкостей и насосных станций.

Курсовой проект выполняется в соответствии с учебным пособием «Противопожарное водоснабжение. Курсовое проектирование» и с Положением о курсовом проектировании Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Курсовой проект должен состоять из расчетно-пояснительной записки и графического приложения.

Пояснительная записка должна включать следующее:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основную часть;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы;
- приложения.

Оглавление включает наименование всех разделов, подразделов с указанием номеров страниц.

Во введении указывается актуальность и значимость темы, степень ее разработанности в литературе, в т.ч. определяются существующие в науке и практике подходы к проблеме, формулируются цели и задачи проекта.

Основная часть проекта включает исходные данные для проектирования и следующие разделы:

1. Обоснование принятой схемы водоснабжения.
2. Определение водопотребителей и расчет требуемых расходов воды на хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды поселения и промышленного предприятия.
  - 2.1. Определение водопотребителей.
  - 2.2. Расчет требуемых расходов воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.
  - 2.3. Определение расчетных расходов воды на пожаротушение.
3. Гидравлический расчет водопроводной сети населенного пункта.
4. Определение режима работы насосной станции второго подъема.
5. Гидравлический расчет водоводов.
6. Расчет водонапорной башни.
  - 6.1. Определение высоты водонапорной башни.
  - 6.2. Определение ёмкости бака водонапорной башни.
7. Расчет резервуаров чистой воды.

## 8. Подбор насосов для насосной станции второго подъема.

В заключении подводятся итоги работы, формулируются важнейшие выводы, к которым пришел автор, и рекомендации о возможности внедрения полученных результатов исследования в практику.

Список использованной литературы включает в себя:

- нормативные правовые акты;
- научную, справочную литературу и материалы периодической печати;
- практические материалы.

В список литературы включаются источники, изученные в процессе работы над проектом, в т.ч. те, на которые делаются ссылки.

Список использованной литературы составляется и оформляется в соответствии с требованиями государственных стандартов системы информационно-библиографического и издательского дела (СИБИД).

Приложения могут включать таблицы, схемы, компьютерные программы и т.д.

В курсовом проекте должны быть показаны: расчетные схемы водопроводной сети поселения с указанием всех необходимых величин, схема водонапорной башни с разводкой труб, разрез резервуара чистой воды с устройствами для сохранения неприкосновенного пожарного запаса воды и разводкой труб. Схемы водонапорной башни и разрез резервуара чистой воды выполняются с указанием размеров, полученных в результате расчетов.

На чертеже необходимо изобразить узел насосной станции - камеру переключения (только план) с резервуарами чистой воды.

Чертежи по формату условным обозначениям, шрифтам и масштабам должны соответствовать требованиям единой системы конструкторской документации (ЕСКД), схемы - соответствующим ГОСТам.

При выполнении курсового проекта рекомендуется пользоваться настоящим учебным пособием, а также литературой, указанной в списке.

Получив задание и выбрав согласно двум последним цифрам номера зачетной книжки исходные данные, курсант (слушатель, студент) знакомится с материалами, выясняет объём и содержание работы, изучает литературу и приступает к выполнению курсового проекта.

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

Зачеты и 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**

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

29. Обеспечение надежности работы водоводов.
30. Обеспечение надежности работы водопроводной сети.
31. Требования нормативных документов к размещению и эксплуатации пожарных гидрантов.
32. Обеспечение надёжности работы пожарных насосных станций.
33. Хранение противопожарного запаса воды в системах противопожарного водоснабжения. Напорно-регулирующие ёмкости.
34. Область применения и устройство специальных противопожарных водопроводов высокого давления.
35. Методика обследования внутренних противопожарных водопроводов.
36. Применение лафетных стволов и систем орошения в противопожарном водоснабжении.
37. Классификация и основные элементы внутренних противопожарных водопроводов.
38. Схемы внутренних противопожарных водопроводов.
39. Требования нормативных документов к устройству и эксплуатации систем внутреннего противопожарного водоснабжения.
40. Пожарные шкафы, классификация и основные параметры.
41. Пожарные насосные станции и водонапорные баки.
42. Противопожарные водопроводы зданий повышенной этажности.
43. Противопожарное водоснабжение театров.
44. Особенности противопожарного водоснабжения производственных зданий большой площади.
45. Методика рассмотрения проектов наружных противопожарных водопроводов.
46. Методика рассмотрения проектов внутренних противопожарных водопроводов.
47. 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».