

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра «Риск и БЖД»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.10.02 Противопожарное водоснабжение**

**Направление подготовки (специальность) 20.03.01 "Техносферная безопасность"  
Профиль образовательной программы "Безопасность жизнедеятельности в техносфере"  
Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Лекция 1 Основы гидравлики. Наружное противопожарное водоснабжение.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Лекция 2 Применение уравнения Бернулли в пожарном деле.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Лекция 3 Водопроводное и безводопроводное противопожарное водоснабжение.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Лекция 4 Источники водоснабжения.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5 Лекция 5 Водопроводные сооружения.....</b>	<b>32</b>
<b>1.6 Лекция 6 Внутренний противопожарный водопровод.....</b>	<b>37</b>
<b>1.7 Лекция 7 Требования нормативных документов к внутренним противопожарным водопроводам.....</b>	<b>43</b>
<b>1.8 Лекция 8,9 Безводопроводное противопожарное водоснабжение.....</b>	<b>39</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).....</b>	<b>56</b>
<b>3. Методические указания по проведению практических занятий(не предусмотрено рабочей программой дисциплины).....</b>	<b>56</b>
<b>4. Методические указания по проведению семинарских занятий.....</b>	<b>56</b>
<b>4.1 Семинарское занятие 1 Основы гидравлики.....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Семинарское занятие 2 Применение уравнения Бернулли в пожарном деле.....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Семинарское занятие 3 (С-3, С-4) Наружное противопожарное водоснабжение.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4 Семинарское занятие 4 (С-5, С-6) Нормы расхода воды. Свободные напоры.....</b>	<b>57</b>
<b>4.5 Семинарское занятие 5 Водопроводные сооружения.....</b>	<b>57</b>
<b>4.6 Семинарское занятие 6 Насосные станции второго подъёма.....</b>	<b>57</b>
<b>4.7 Семинарское занятие 7 (С-9, С-10) Наружная водопроводная сеть.....</b>	<b>57</b>
<b>4.8 Семинарское занятие 8 (С-11, С-12) Требования к пожарным кранам и шкафам.....</b>	<b>57</b>
<b>4.9 Семинарское занятие 9 (С-13,С-14) Противопожарное водоснабжение высотных зданий и зданий с массовым пребыванием людей.....</b>	<b>58</b>

<b>4.10 Семинарское занятие 10 (С-15, С-16)</b> Искусственные водоисточники противопожарного водоснабжения.....	58
<b>4.11 Семинарское занятие 11 (С-17, С-18)</b> Обеспечение надежности подачи воды на пожаротушение. Экспертиза проектов и обследование систем противопожарного водоснабжения. ....	58

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1. 1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема : Основы гидравлики. Наружное противопожарное водоснабжение

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Определение гидравлики и её роль в решении практических задач.
2. Свойства и виды гидростатического давления.
3. Величины, характеризующие движение жидкости.
4. Общее понятие об уравнении Бернулли.

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Определение гидравлики и её роль в решении практических задач.

Гидравлика – прикладная наука, которая изучает законы равновесия и движения жидкостей и применение этих законов к решению инженерных задач. В соответствии с этим гидравлику разделяют на гидростатику, изучающую вопросы, относящиеся к покоя жидкости, и гидродинамику, в которой исследуются законы движения жидкости.

В гидравлике при решении различных практических задач широко используются те или иные допущения и предположения, упрощающие рассматриваемый вопрос. Поэтому гидравлические решения часто носят приближенный характер, основываются на результатах экспериментов, и получаемые в ходе решения формулы являются эмпирическими или полуэмпирическими.

При решении задач стремятся к оценке только главных характеристик изучаемого явления и часто оперируют теми или иными осредненными величинами, которые дают достаточную для технических приложений характеристику рассматриваемых явлений. В гидравлике сложные задачи решаются приближенно при помощи простых методов(экспериментальных, аналитических и численных).

Предметом изучения в гидравлике является жидкость. Жидкостью называют физическое тело, обладающее весьма большой подвижностью частиц, текучестью. Различают два вида жидкостей: капельные и газы. Капельные жидкости оказывают большое сопротивление изменению объема и трудно поддаются сжатию. Газы легко

меняют объем при изменении давления и температуры, и имеют значительно меньшую плотность, чем капельные жидкости.

Рассматривать жидкие тела, как совокупность отдельных молекул практически невозможно. Поэтому при изучении жидкостей и газов вводится допущение (гипотеза), что эти тела состоят из большого числа частиц и заполняют пространство непрерывно, т.е. характеризуются определенными значениями параметров (плотностью, температурой и т.д.) в любой точке пространства, заполненного жидкостью. При таком рассмотрении жидкость называют сплошной средой или континуумом. Эта гипотеза позволяет упростить как исходную математическую модель (позволяет использовать дифференциальные законы сохранения), описывающую изучаемое гидравлическое явление, так и процесс решение задачи.

В гидравлике различают жидкости реальные и идеальные. К идеальным относятся жидкости абсолютно не меняющие объем (несжимаемые), невязкие. Реальной жидкостью считается жидкость вязкая сжимаемая или несжимаемая. В основном в гидравлике рассматриваются вязкие несжимаемые жидкости.

## 2. Свойства и виды гидростатического давления.

Как известно, в покоящейся жидкости возможен лишь один вид напряжений – напряжения сжатия, т. е. гидростатическое давление. Гидростатическое давление в жидкости имеет следующие два свойства:

На внешней поверхности гидростатическое давление всегда направлено по нормали, внутрь рассматриваемого объема жидкости. Это свойство непосредственно вытекает из определения давления как напряжения от нормальной сжимающей силы. Под внешней поверхностью жидкости понимают не только поверхности раздела жидкости с газообразной средой или твердыми стенками, но и поверхности элементарных объемов, мысленно выделяемых из общего объема жидкости.

В любой точке внутри жидкости гидростатическое давление по всем направлениям одинаково, т. е. давление не зависит от угла наклона площадки, на которую оно действует в данной точке. Для доказательства этого свойства выделим в неподвижной жидкости элементарный объем в форме прямоугольного тетраэдра с ребрами, параллельными координатным осям и соответственно равными  $dx$ ,  $dy$  и  $dz$  (рис. 2.1).

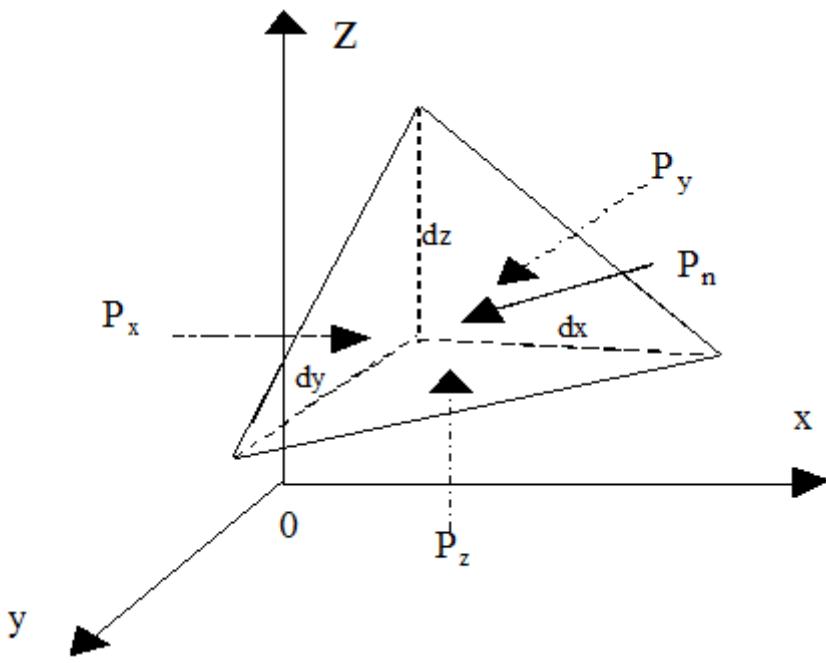


Рис. 2.1

Пусть на выделенный объем жидкости действует единичная массовая сила, составляющие которой равны  $X, Y$  и  $Z$ . Обозначим через  $p_x$  гидростатическое давление, действующее на грань, нормальную к оси  $0x$ , через  $p_y$  давление, действующее на грань, нормальную к оси  $0y$ , и т. д.

Гидростатическое давление, действующее на наклонную грань, обозначим через  $p_n$ , а площадь этой грани – через  $dS$ . Все эти давления направлены по нормалям к соответствующим площадкам.

Составим уравнения равновесия выделенного объема жидкости сначала в направлении оси  $0x$ .

Проекция сил давления на ось  $0x$  равна

$$p_x \frac{1}{2} dydz - p_n dS \cos(\vec{n}, \vec{0x})$$

$$\frac{1}{6} \rho dx dy dz$$

Масса тетраэдра равна произведению его объема на плотность, т. е.  $\frac{1}{6} \rho dx dy dz$ , следовательно, массовая сила, действующая на тетраэдр вдоль оси  $0x$ , равна

$$\frac{1}{6} dx dy dz \rho X$$

Уравнения равновесия тетраэдра запишем в следующем виде:

$$\frac{1}{2} dy dz p_x - p_n dS \cos(\vec{n}, \vec{0x}) + \frac{1}{6} dx dy dz \rho X = 0$$

$$\frac{1}{2} dydz$$

Разделим это уравнение почленно на площадь  $\frac{1}{2} dydz$ , которая равна площади проекции наклонной грани  $dS$  на плоскость  $y0z$ , и, следовательно,

$$\frac{1}{2} dydz = dS \cos(\vec{n}, \vec{0x})$$

Будем иметь

$$p_x - p_n + \frac{1}{3} dx\rho X = 0$$

При стремлении размеров тетраэдра к нулю последний член уравнения, содержащий множитель  $dx$ , будет также стремиться к нулю, а давления  $p_x$  и  $p_n$  будут оставаться конечными величинами. Следовательно, в пределе получим, что  $p_x - p_n = 0$  или  $p_x = p_n$ . Аналогично составляя уравнения равновесия вдоль осей  $0y$  и  $0z$ , после таких же рассуждений получим, что  $p_y = p_n$ ,  $p_z = p_n$ , т. е.

$$p_x = p_y = p_z = p_n \quad (2.1)$$

Так как размеры тетраэдра  $dx$ ,  $dy$  и  $dz$  были взяты произвольно, то и наклон площадки  $dS$  произволен, и, следовательно, в пределе при стягивании тетраэдра в точку давление в этой точке по всем направлениям будет одинаково.

Рассмотренное свойство давления в неподвижной жидкости имеет место также при движении идеальной жидкости. При движении же реальной жидкости возникают касательные напряжения, вследствие чего давление в реальной жидкости указанным свойством, строго говоря, не обладает.

### 3. Величины, характеризующие движение жидкости.

Основной характеристикой любого движения является его скорость. В случае течения жидкости (или газа) термин „скорость“ применяется в двух смыслах. **Скорость перемещения самих частиц жидкости** (или плывущих вместе с жидкостью мелких тел – например, эритроцитов в крови) обозначают  $v$  и называют линейной скоростью.

$$v = \frac{dx}{dt} \quad [ \text{м/с} ] \quad [1],$$

$$v = \frac{x}{t}$$

где  $x$  – координата частицы (при равномерном движении можно написать  $v = \frac{x}{t}$ ). Однако, на практике чаще важнее знать **объём V жидкости, протекающей через поперечное сечение данного потока** (трубы, русла реки, кровеносного сосуда и т.п.) за единицу времени. Эту величину называют **объёмной скоростью и обозначают Q**.

$$Q = \frac{V}{t} \left[ \frac{M^3}{S} \right] \quad (2)$$

В физиологии и медицине врача большей частью интересует именно **объёмная скорость Q**. Например, чтобы оценить, достаточно ли кислорода получает головной мозг (что очень важно при многих заболеваниях), надо знать объёмную скорость кровотока в артериях, снабжающих кровью мозг. Аналогично, для оценки дыхания необходимо оценить объём воздуха, поступающего по трахее за единицу времени, то есть опять-таки объёмную скорость. При заболеваниях почек и при гипертонической болезни крайне важна оценка объёмной скорости кровотока в почечной артерии. Можно привести много других примеров.

Между линейной скоростью  $v$  и объёмной скоростью  $Q$  существует простая связь. Рассмотрим трубку с площадью поперечного сечения  $S$  (см. Рис. 2).

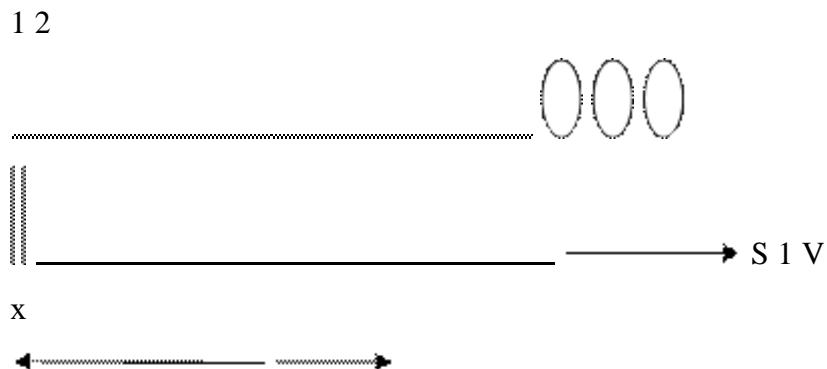


Рис. 2.

Выделим поперечный слой жидкости, который в момент времени  $t = 0$  занимает положение 1. Через некоторое время  $t$  он переместится в положение 2, отстоящее на расстояние  $x = v \cdot t$ . При этом через трубку пройдёт объём жидкости  $V = S \cdot x$ . Объёмная скорость жидкости  $Q$  при этом будет равна

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot x}{t} \quad \text{но} \quad \frac{x}{t} = v \quad \text{поэтому}$$

$$Q = S \cdot v \quad (3)$$

Если течение стационарно, то

$$Q = S_1 \cdot u_1 = S_2 \cdot u_2 = S_3 \cdot u_3 = \dots = \text{const} \quad (4)$$

**Это уравнение неразрывности струи.**

Таким образом, если мы имеем дело с жесткой неразрывной трубой переменного сечения, то линейная скорость течения жидкости тем больше, чем меньше сечение трубы.

На основании уравнения неразрывности струи можно качественно объяснить изменения скорости течения крови в системе кровообращения. Самым узким сечением в большом круге кровообращения обладает аорта ( $S \approx 4 \text{ см}^2$ ). По мере ветвления

артериальных сосудов суммарная площадь их сечения увеличивается. Наибольшая суммарная площадь поперечного сечения приходится на уровень капилляров ( $\approx 11000 \text{ см}^2$ , хотя обычно кровь течет всего через  $3000 \text{ см}^2$ , а остальные капилляры находятся в спавшемся состоянии). Следовательно, в большом круге кровообращения площадь суммарного просвета капилляров, в которых есть кровоток, в 700-800 раз больше поперечного сечения аорты. С учетом уравнения неразрывности струи это означает, что линейная скорость кровотока в капиллярах в 700-800 раз меньше чем в аорте (около 1  $\text{мм/с}$  и 0,5-1  $\text{м/с}$ , соответственно).

#### 4. Общее понятие об уравнении Бернулли.

В реальных потоках жидкости присутствуют силы вязкого трения. В результате слои жидкости трются друг об друга в процессе движения. На это трение затрачивается часть энергии потока. По этой причине в процессе движения неизбежны потери энергии. Эта энергия, как и при любом трении, преобразуется в тепловую энергию. Из-за этих потерь энергия потока жидкости по длине потока, и в его направлении постоянно уменьшается. Т.е. напор потока  $H$  в направлении движения потока становится меньше. Если рассмотреть два соседних сечения **1-1** и **2-2**, то потери гидродинамического напора  $\Delta h$  составят:

$$\Delta h = H_{1-1} - H_{2-2},$$

где **H1-1** - напор в первом сечении потока жидкости,

**H2-2** - напор во втором сечении потока,

$\Delta h$  - потерянный напор - энергия, потерянная каждой единицей веса движущейся жидкости на преодоление сопротивлений на пути потока от сечения **1-1** до сечения **2-2**.

С учётом потерь энергии **уравнение Бернулли для потока реальной жидкости** будет выглядеть

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h.$$

Индексами 1 и 2 обозначены характеристики потока в сечениях **1-1** и **2-2**.

Если учесть, что характеристики потока  $V$  и  $\alpha$  зависят от геометрии потока, которая для напорных потоков определяется геометрией трубопровода, понятно, что потери энергии (напора) в разных трубопроводах будут изменяться неодинаково. Показателем изменения напора потока является **гидравлический уклон**, который характеризует потери напора на единице длины потока. Физический смысл гидравлического уклона – интенсивность рассеяния энергии по длине потока. Другими

словами, величина  $I$  показывает, как быстро трубопровод поглощает энергию потока, протекающего в нём

$$I = \frac{\Delta h}{L_{1-2}}$$

Изменение энергии по длине потока удобно проследить на графиках. Из уравнения Бернулли для потока реальной жидкости (закона сохранения энергии) видно, что гидродинамическая линия для потока реальной жидкости (с одним источником энергии) всегда ниспадающая. То же справедливо и для пьезометрической линии, но только в

случае равномерного движения, когда скоростной напор  $\alpha \frac{V^2}{2g} = \text{const}$ , а уменьшение напора происходит только за счёт изменения потенциальной энергии потока, главным образом за счёт уменьшения давления  $P$ .

**Пьезометрическим уклоном** называют изменение удельной потенциальной энергии жидкости вдоль потока, приходящееся на единицу его длины.

$$j = \frac{(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}) - (z_2 + \frac{p_2}{\gamma})}{l}$$

Если гидравлический уклон всегда положителен, то пьезометрический может быть и положительным, и отрицательным. При равномерном движении жидкости, когда скорость по длине потока не изменяется, скоростной напор вдоль потока  $\alpha V^2 / (2g) = \text{const}$ . Следовательно, пьезометрическая линия параллельна энергетической, и пьезометрический уклон равен гидравлическому.

Изменение удельной потенциальной энергии положения вдоль потока жидкости, приходящееся на единицу длины, называют геометрическим уклоном  $i$  и определяют по формуле

$$i = (z_1 - z_2) / l$$

где  $l$  — расстояние между сечениями потока.

## 1. 2 Лекция № 2 (2 часа).

**Тема : Применение уравнения Бернулли в пожарном деле**

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Виды гидравлических сопротивлений.
2. Местные и линейные потери напора.
3. Общие сведения о гидравлическом расчёте водопроводной сети.

4. Значение водоснабжения в системе мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность промышленных объектов и населенных пунктов.

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Виды гидравлических сопротивлений.

Потери удельной энергии в потоке жидкости, безусловно, связаны с вязкостью жидкости, но сама вязкость - не единственный фактор, определяющий потери напора. Но можно утверждать, что величина потерь напора почти всегда пропорциональны квадрату средней скорости движения жидкости. Этую гипотезу подтверждают результаты большинства опытных работ и специально поставленных экспериментов. По этой причине потери напора принято исчислять в долях от скоростного напора (удельной кинетической энергии потока).

Тогда:  $h_{\text{тр}} = \xi_{\text{тр}} v^2 / 2g$

Потери напора принято подразделять на две категории:

потери напора, распределённые вдоль всего канала, по которому перемещается жидкость (трубопровод, канал, русло реки и др.), эти потери пропорциональны длине канала и называются потерями напора по длине  $h_{\text{дл}}$ ; сосредоточенные потери напора: потери напора на локальной длине потока (достаточно малой по сравнению с протяжённостью всего потока). Этот вид потерь во многом зависит от особенностей преобразования параметров потока (скоростей, формы линий тока и др.). Как правило, видов таких потерь довольно много и их расположение по длине потока зачастую далеко не закономерно. Такие потери напора называют местными потерями или потерями напора на местных гидравлических сопротивлениях. Это вид потерь напора также принято

исчислять в долях от скоростного напора  $h_m = \xi_m v^2 / 2g$ . Тогда полные потери напора

можно представить собой как сумму всех видов потерь напора:  $h_{\text{тр}} = h_{\text{дл}} + \sum h_m$

Оценка величины местных потерь напора практически всегда базируются на результатах экспериментов, по результатам таких экспериментов определяются величины коэффициентов потерь. Для вычисления потерь напора по длине имеются более или менее надёжные теоретические предпосылки, позволяющие вычислять потери с помощью привычных формул.

#### 2. Местные и линейные потери напора.

Потери напора по длине трубопровода при равномерном установившемся движении жидкости могут быть определены по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}, \quad (3.2)$$

где  $h_l$  – потери напора по длине трубопровода, измеряемые в метрах столба жидкости, которая протекает по трубопроводу;

$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения;

$l$  – длина трубопровода, м;

$d$  – диаметр трубы, м;

$V$  – средняя скорость движения жидкости, м/с.

Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  определяется величиной двух безразмерных параметров: числом  $Re$  и относительной шероховатостью  $D/d$ .

При ламинарном режиме  $\lambda$  определяется по формуле Пуазейля-Стокса:

$$\lambda = \frac{64}{Re}. \quad (3.3)$$

При турбулентном режиме ( $2320 < Re < 100000$ ) для гидравлических гладких труб  $\lambda$  можно определить по формуле Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}. \quad (3.4)$$

Для гидравлических шероховатых труб  $\lambda$  можно определить по формуле А.Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}. \quad (3.5)$$

Для квадратичной области сопротивление  $\lambda$  определяется по формуле Б.Л. Шифринсона:

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25}. \quad (3.6)$$

Для водопроводных чугунных и стальных труб при скорости движения жидкости (воды)  $v = 1,2$  м/с коэффициент  $\lambda$  можно определить по формуле Ф.А. Шевелева:

$$\lambda = \frac{0,021}{d^{0,3}}. \quad (3.7)$$

Ориентировочные значения абсолютной шероховатости  $D$  для труб из разных материалов приведены в приложении 6.

При установившемся равномерном движении жидкости в трубах и пожарных рукавах коэффициент гидравлического трения в большинстве случаев не зависит от числа  $Re$ .

В этих случаях линейные потери напора можно определить по упрощенным формулам:

$$h_l = AlQ^2, \quad (3.8)$$

где  $h_l$  – потери напора по длине трубопровода, м;

$l$  – длина трубопровода, м;

$Q$  – расход жидкости, м<sup>3</sup>/с;

$A$  – удельное сопротивление.

Значения удельного сопротивления  $A$  приведены в приложении 7.

В справочной литературе приводятся значения удельного сопротивления для расхода  $Q$ , выраженного в л/с и м<sup>3</sup>/с.

Учитывая, что  $AL = S$ .

Формулу (3.8) можно записать

$$h_l = SQ^2, \quad (3.9)$$

где  $S$  – сопротивление участка длиной  $l$ , значение которого для чугунных труб приведены в приложении 8;

$Q$  – расход жидкости, л/с.

При скоростях движения жидкости менее 1,2 м/с необходимо ввести поправочный коэффициент  $K_n$ , значения которого приведены в приложении 9. Скорость движения воды в трубах может быть приближенно определена по приложению 10. Формулы (3.8) и (3.9) могут быть записаны в виде

$$h_l = K_n AlQ^2 = K_n SQ^2. \quad (3.10)$$

Потери напора в пожарных рукавах удобнее определить через сопротивление одного стандартного рукава длиной 20 м.

$$h_p = n S_p Q^2, \quad (3.11)$$

где  $h_p$  – потери напора в рукавной линии, м

### 3. Общие сведения о гидравлическом расчёте водопроводной сети.

Определение диаметров труб. Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в определении диаметров труб и потерь напора на преодоление сопротивления в трубах при пропуске по ним расчетного количества воды. Знание потерь напора необходимо также для расчета высоты водонапорных башен, а также для выбора насоса с требуемой напорной характеристикой.

Расход воды определяется количеством и составом водопотребителей, а также принятymi строительными нормами и правилами водопотребления (СНиП).

Расчет водопотребления производится с целью определения численных значений среднесуточного расхода  $Q_{ср.сут}$ , максимального суточного расхода  $Q_{максут}$  и максимального часового расхода  $Q_{максчас}$  с учетом затрат воды на поение животных и на производственно-технические нужды. В расчетах также необходимо учесть расход воды на тушение возможного пожара и создание в системе минимально необходимого запаса (на случай отключения электроэнергии, наложения карантина при эпизоотии и т. п.). Для расчета необходимо знать среднесуточные нормы водопотребления, состав и количество водопотребителей каждого вида.

Нормой водопотребления называется количество воды в литрах, расходуемое одним потребителем в сутки. Применительно к животным она включает расходы на поение, мойку помещений, молочной посуды, приготовление кормов, охлаждение молока и др. Расход воды на фермах очень неравномерен как в течение года (по сезонам), так и в течение суток (по часам). Его колебания оцениваются соответствующими коэффициентами неравномерности: для животноводческого сектора  $k_{сут} = 1,3$  и  $k_{ч} = 2,5$ ; для жилищно-коммунального сектора в сельской местности  $k_{сут} = 1,2\dots1,4$  и  $k_{ч} = 1,5\dots2,0$ .

Среднесуточный расход воды на ферме  $Q_{ср.сут}$ , м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле

$$Q_{ср.сут} = 0,001(n_1q_1 + n_2q_2 + \dots + n_Nq_N) = 0,001 \sum_{i=1}^N n_i q_i, \quad (1.1)$$

где  $n_i$  – число потребителей  $i$ -го вида;  $q_i$  – среднесуточная норма потребления воды  $i$ -м потребителем, л/сут;  $N$  – общее число потребителей.

Максимальный суточный расход воды  $Q_{максут}$  определяется из равенства

$$Q_{максут} = k_{ср.сут} Q_{ср.сут}, \quad (1.2)$$

где  $k_{ср.сут}$  – коэффициент суточной неравномерности.

В сутки максимального водопотребления среднечасовой расход  $Q_{ср.ч}$ , м<sup>3</sup>/ч, составит

$$Q_{ср.ч} = \frac{Q_{\max \text{ сутн}}}{24}, \quad (1.3)$$

а максимальный часовой расход  $Q_{\max \text{час}}$ , м<sup>3</sup>/ч, будет

$$Q_{\max \text{час}} = Q_{ср.ч} k_{\text{ч}}, \quad (1.4)$$

где  $k_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности.

Для обоснования выбора насосов и расчета поточных линий требуется знать секундный расход  $Q_{\max \text{с}}$ , м<sup>3</sup>/с, который рассчитывается по формуле

$$Q_{\max \text{с}} = Q_{ср.ч} k_{\text{ч}}. \quad (1.5)$$

Запас воды на противопожарные нужды предусматривает быструю и бесперебойную подачу ее к месту возникновения пожара в достаточном количестве и с необходимым напором в течение 3 ч.

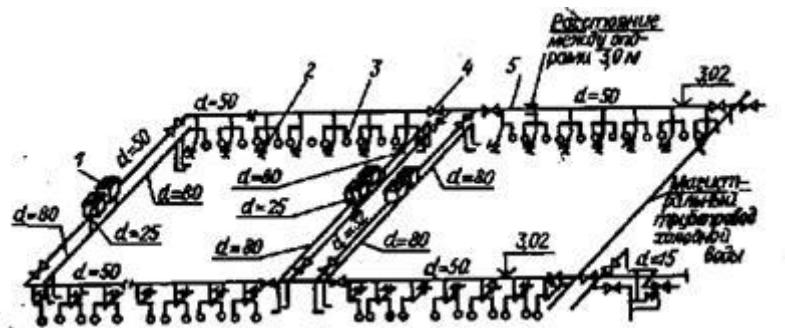
Если дебит источника водоснабжения недостаточен для тушения пожара, то на ферме предусматривается устройство специальных резервуаров для хранения неприкосновенного трехчасового запаса воды. Расход воды на наружное тушение одного пожара через гидранты для зданий объемом от 3 до 5 тыс. м<sup>3</sup> принимают равным 10...20 л/с. В фермских водопроводах низкого давления необходимый напор для тушения пожара создается с помощью передвижных пожарных насосов, которые присоединяются к пожарным гидрантам наружной водопроводной сети.

Для объектов с пожарным расходом более 20 л/с потраченный на тушение пожара неприкосновенный запас воды в резервуарах должен быть восстановлен в течение 24 ч, а для объектов с пожарным расходом менее 20 л/с – в течение 36 ч.

В качестве примера рассмотрим схему внутреннего водопровода в животноводческом помещении, а именно в свинарнике-откормочнике комплекса по выращиванию и откорму 54 тыс. свиней в год (т. п. 802–142), показанную на рис. 1.6. На комплексе сектор откорма состоит из пяти свинарников, в которых размещены 18 000 голов секциями в групповых станках по 25 голов. В свинарнике установлены 146

автопоилок. Внутренняя кольцевая сеть собрана из труб диаметром 50 мм и размещена на высоте 3,02 м от пола свинарника. Автопоилки и поливочные вентильные краны присоединены к кольцевой сети отводами (спусками) из труб диаметром 25 и 15 мм. Кроме того, в свинарнике установлено 12 смывных баков вместимостью по 1000 л для удаления жидкого навоза из каналов самотечной системы, в которые вода из баков подается по трубам диаметром 80 мм.

Главный магистральный трубопровод, питающий водой все внутренние водопроводы комплекса, выполнен из стальных труб диаметром 200 мм и проложен в поперечной галерее, устроенной в коридоре, который проходит через все его свинарники. Вода в магистральный трубопровод поступает из наружной сети с двух сторон: со стороны входа в коридор и со стороны выхода из него. К числу водопотребителей в каждом свинарнике относятся также душевые помещения и санузлы.



1 – баки для смыва навоза; 2 – поливочные краны; 3 – автопоилки; 4 – задорный кран (вентиль); 5 – кольцевая сеть внутреннего водопровода

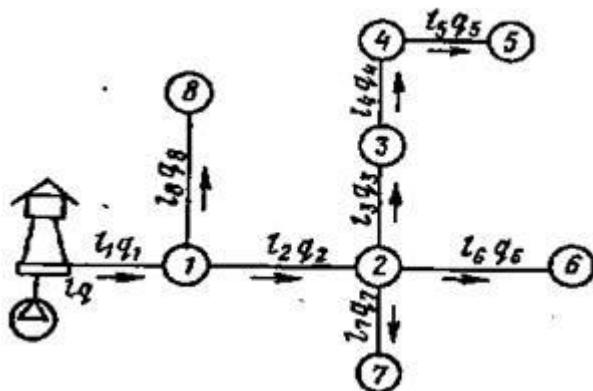
Рисунок 1.6 – Схема внутреннего водопровода в свинарнике-откормочнике комплекса по выращиванию 54 тыс. голов

Для гидравлического расчета на основании генерального плана хозяйства составляют расчетную схему водопроводной сети, на которую по участкам наносятся исходные данные: секундные расходы воды каждым участком  $q_{ci}$ , л/с; длина каждого участка  $l_i$ , м; геодезические отметки потребителей (высоты)  $z_i$ , м, и все устанавливаемые, приборы и сооружения. Расход воды определяется суммированием секундных расходов всех потребителей  $q_{pi}$ , л/с, расположенных на каждом  $i$ -м участке.

Расчетная схема тупиковой сети показана на рисунке 1.7. На ней начальные и конечные точки участков обозначены номерами по ходу движения воды.

Для расчета водопроводных сетей важно уяснить, что по всем участкам, кроме конечных (тупиков), идут два потока с путевым расходом  $q_{pi}$ , достаточным для удовлетворения потребителей, расположенных на рассматриваемом участке, и с

транзитным расходом  $q_T$ , предназначенным для потребителей, расположенных по ходу потока за рассматриваемым участком. Поэтому расход воды в начале любого участка сети равен сумме путевого и транзитного расходов. Через конечную точку каждого расчетного участка проходит только транзитный расход, так как весь его путевой расход уже израсходован. На следующем участке, расположенном вслед за рассматриваемым, снова будут два расхода: путевой – для потребителей нового участка; транзитный, уменьшенный на величину путевого расхода этого участка.



1 – длина участка;  $q$  – расчетный расход участка

Рисунок 1.7 – Расчетная схема тупиковой водопроводной сети

Таким образом, в любом сечении расчетного участка расход, проходящий по участку, будет изменяться от  $q_T + q_n$  до  $q_T$ . Расчетный расход линии  $q_p$  находится из равенства

$$q_p = q_n + aq_T, \quad (1.6)$$

где  $a$  – коэффициент, учитывающий соотношение значений транзитного и путевого расходов, зависящий от равномерности (по длине) забора воды из линии потребителями; значение  $a$  принимают равным 0,5, тогда

$$q_p = q_n + 0,5q_T, \quad (1.7)$$

Суммируя среднесуточные расходы с учетом норм водопотребления по всем потребителям, можно рассчитать, пользуясь формулой (1.7), суточный расход воды по всему объекту (ферме, комплексу).

4. Значение водоснабжения в системе мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность промышленных объектов и населенных пунктов.

Значение водоснабжения в системе мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность промышленных предприятий и населенных пунктов. Классификация и

схемы водоснабжения промышленных предприятий и населенных пунктов. Режимы водопотребления и нормы расхода воды на производственные, хозяйственно-питьевые и пожарные нужды. Свободные напоры.

Нормативные документы, определяющие требования к водоснабжению. Источники водоснабжения, их характеристика.

Сооружения для забора воды из поверхностных и подземных водоисточников, требования СНиП к ним.

Запасно-регулирующие емкости. Резервуары: назначение, устройство, оборудование, методика расчета объема.

Водонапорные башни и баки, гидроколонны, пневматические установки: назначение, устройство, оборудование, методика расчета.

Требования СНиП к запасно-регулирующим емкостям.

Насосные станции: назначение, виды, классификация, схемы, работа и требования СНиП к ним. Автоматизация насосных станций.

Водоводы и наружная водопроводная сеть: назначение, виды, оборудование. Требование СНиП к сетям противопожарных водопроводов и размещению оборудования на них.

Назначение, классификация, устройство, схемы и работа внутреннего водопровода при пожаре. Противопожарные требования к элементам внутреннего водопровода. Нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение.

Пожарные краны, их размещение и оборудование, требования СНиП к ним. Способы определения требуемого и фактического напора и расхода воды на пожарных кранах.

Противопожарное водоснабжение зданий повышенной этажности, объектов с массовым пребыванием людей, требование СНиП к ним.

Область применения и водоисточники беспроводного противопожарного водоснабжения.

Определение объема, количества пожарных резервуаров и водоемов, размещение их на территории населенного пункта и промышленного предприятия. Способы забора воды пожарной техникой. Прием водоемов в эксплуатацию. Эксплуатация водоемов и их гидравлические испытания.

### **1. 3 Лекция № 3 (2 часа).**

**Тема : Водопроводное и безводопроводное противопожарное водоснабжение**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Классификация наружных водопроводов.
2. Требования норм к свободным напорам в водопроводах высокого и низкого давлений.
3. Схемы водоснабжения для промышленных предприятий и населенных пунктов.
4. Расход воды на наружное пожаротушение для населенных пунктов и промышленных предприятий.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Классификация наружных водопроводов.

Системой водоснабжения здания или отдельного объекта называют совокупность устройств, обеспечивающих получение воды из наружного водопровода и подачу ее под напором к водоразборным устройствам, расположенным внутри здания или объекта. Система холодного водоснабжения, называемая обычно внутренним водопроводом, состоит из следующих устройств: ввода (одного или нескольких), водомерного узла (одного или нескольких), сети магистралей, распределительных трубопроводов и подводок к водоразборным устройствам, арматуры. В отдельных случаях в систему включают установки для повышения напора, а также установки для дополнительной обработки воды (умягчения, обесцвечивания, обезжелезивания и др.).

Система водоснабжения здания может быть присоединена к централизованной системе водоснабжения населенного пункта или оборудована устройствами для получения воды из местных источников водоснабжения (подземных или поверхностных).

По назначению системы водоснабжения зданий подразделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные / 1 /.

Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения предназначены для подачи воды, удовлетворяющей требованиям, установленным СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества". для питья, приготовления пищи и обеспечения санитарно-гигиенических процедур.

Производственные системы водоснабжения обеспечивают подачу воды различного качества на технологические нужды различных потребителей.

Противопожарные системы водоснабжения предназначены для тушения огня или для предотвращения его распространения. Вода в противопожарных водопроводах может быть и непитьевого качества.

По сфере обслуживания системы могут быть объединенными (хозяйственно-противопожарные, производственно-противопожарные, хозяйственно-производственные) или раздельными. Внутренний водопровод, обеспечивающий подачу воды одновременно на хозяйственно питьевые, производственные и противопожарные нужды, называют единым. Соединение водопроводов, подающих воду непитьевого качества, с хозяйствственно-питьевыми не допускается.

По способу использования воды системы бывают с прямоточным водоснабжением, с обратным водоснабжением и с повторным использованием воды. Применение систем с обратным водоснабжением и с повторным использованием воды находит все большее распространение на промышленных предприятиях.

При выборе системы водоснабжения в зависимости от назначения объекта следует учитывать технологические, противопожарные и санитарно-гигиенические требования, а также технико-экономические соображения. Например, жилые и общественные здания могут быть оборудованы объединенным хозяйствственно-противопожарным водопроводом с подачей воды питьевого качества. Объединение в одну систему всех водопроводов, подводящих воду одного качества и под одинаковым напором, приводит к уменьшению строительных и эксплуатационных расходов.

Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан такой напор (требуемый), который обеспечивал бы подачу нормативного расхода воды к наиболее высокорасположенному и наиболее удаленному от ввода (диктующему) водоразборному устройству и покрывал бы потери напора на преодоление сопротивлений по пути движения воды. Напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода может быть больше, равен или меньше напора, который требуется для внутреннего водопровода.

Ориентировочно требуемый напор для жилых зданий может быть найден по формуле:  $H_{tr} = 10 + 4(n-1)$ , м, где 10 - потери напора на 1 этаже, м; 4 - потери напора на каждом последующем этаже, м; n - число этажей.

Минимальный напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода (у трубы или на поверхности земли) называют гарантийным. Гарантийный напор не должен быть менее 10 м вод. ст. При периодическом или постоянном недостатке напора в наружном водопроводе до требуемого для здания применяют установки для повышения напора: насосы (постоянно или периодически действующие), водонапорные баки, пневматические установки.

В зависимости от обеспеченности напором и установленного оборудования различают следующие системы водоснабжения:

система, действующая под напором в наружном водопроводе. Ее применяют, когда гарантийный напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода постоянно больше напора, необходимого для нормальной работы всех водоразборных устройств, или равен ему. Такая система является самой простой и наиболее распространенной и характерна для зданий высотой до 5-6 этажей;

система с водонапорным баком без повысительной насосной установки. Ее применяют, когда гарантийный напор в наружном водопроводе в часы с наибольшим водопотреблением ниже требуемого для здания, а в другие часы суток выше требуемого. В часы недостаточного напора потребители обеспечиваются водой из водонапорного бака, накапливающего ее в часы избыточного напора. Недостаток такой системы заключается в необходимости строительства технического этажа, расположенного выше последнего эксплуатируемого этажа;

система с повысительной насосной установкой без водонапорного бака. Ее применяют, когда режим водопотребления в здании равномерен, а напор в наружном водопроводе постоянно или периодически ниже требуемого для здания. Повысительные насосы располагают в подвале зданий или в центральном тепловом пункте при застройке города целыми микрорайонами;

система с водонапорным баком и повысительной насосной установкой. Ее применяют при недостаточности гарантийного напора и при отсутствии достаточного количества воды в наружном водопроводе и при неравномерном потреблении воды в здании в течение суток. Водонапорный бак, принимающий избыток воды или восполняющий ее недостаток при работе сети, включают в систему как регулирующую емкость для повышения экономичности работы повысительной насосной установки. При наличии бака повысительные насосы обычно автоматизируют.

В отдельных случаях вместо водонапорного бака применяют пневматическую установку, состоящую из водяного и воздушного баков или одного водовоздушного бака, оснащенных специальным оборудованием (компрессорами, клапанами, манометрами и

др.). Такая система водоснабжения называется системой с повысительными насосами и пневматической установкой.

Наиболее совершенными являются системы, имеющие повысительные насосы и гидропневмобаки, не требующие постоянной работы компрессора. Наличие гидропневмобака в составе автоматических насосных установок позволяет значительно уменьшить энергопотребление за счет сокращения числа включений насоса (насосов) и обеспечивать некоторый запас воды. Такие системы характерны для коттеджей и отдельных жилых зданий в городе.

2. Требования норм к свободным напорам в водопроводах высокого и низкого давлений.

Напор в наружной водопроводной сети устанавливают с учетом высоты или этажности зданий. При этом в расчет принимаются здания с этажностью, преобладающей на данном предприятии или в данном районе. Единичные высотные здания, оборудуемые установками для повышения напора, в расчет не принимаются.

Минимальный свободный напор над поверхностью земли в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода для одно- и двухэтажных зданий составляет соответственно не менее 10 и 12 м. Для зданий большой этажности напор на каждом последующем этаже увеличивается на 4 м.

Гидростатический напор в наружной сети хозяйственно-питьевого водопровода не должен превышать 60 м. При больших напорах в отдельных зданиях устанавливают регуляторы давления или делят системы водоснабжения на вертикальные зоны.

Минимальный радиус действия компактной части струи в зданиях высотой до 50 м не менее 6 м. Зная радиус действия компактной части струи, по табл. 4 можно определить напор у внутренних пожарных кранов.

Напоры, необходимые для наружного пожаротушения, зависят от давления в водопроводе.

В сети противопожарного водопровода низкого давления свободный напор (на уровне поверхности земли) при тушении пожара должен быть не менее 10 м. При расчете наружной водопроводной сети наименьший свободный напор принимают у наиболее невыгодно расположенного гидранта (наиболее удаленного или высоко расположенного).

Подставив в формулу (8) числовые значения, получим  $Яс = 10 + 5 + 2,5 = 17,5$

Таким образом, при расчете наружных водопроводных сетей у наиболее невыгодно расположенного гидранта необходимо принимать напор не менее 17,5 м.

При водопроводе высокого давления тушение пожара производится от гидрантов наружной водопроводной сети. На гидранты устанавливают пожарные колонки, к которым присоединяют пожарные рукава (рис. 6). Напор, необходимый для тушения пожара, создается специально установленными на насосной станции стационарными пожарными насосами.

Согласно СНиП П-31-74, необходимые для наружного пожаротушения (на один пожар) расходы воды составляют для промышленных предприятий 10—100 л/с. Пропускная способность пожарного гидранта диаметром 125 мм равна 30—40 л/с. В этом случае к каждому штуцеру пожарной колонки могут присоединяться пожарные линии с разветвлением на подачу воды к двум-трем стволам. Расход воды каждого ствола порядка 5 л/с. Если требуются большие расходы воды у расчетного здания, устанавливают два-три гидранта, по возможности одинаково удаленных от здания с напором Яс, Нс, и т. д.

### 3. Схемы водоснабжения для промышленных предприятий и населенных пунктов.

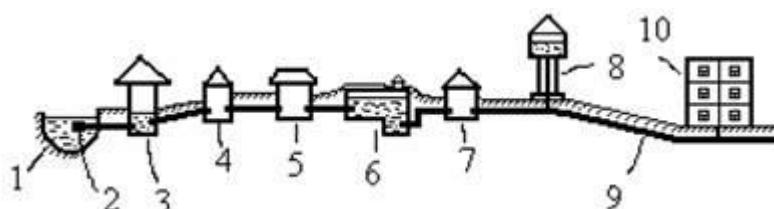


Рисунок 1.1. Схема водоснабжения из поверхностных вод.

1. источник водоснабжения;
2. - фильтр;
3. - водозабор;
4. - насосная станция первого подъема;
5. - очистные сооружения;
6. - резервуары чистой воды;
7. - насосная станция второго подъема;
8. - водонапорная башня;
9. - водоводы;
10. - разводящие сети;

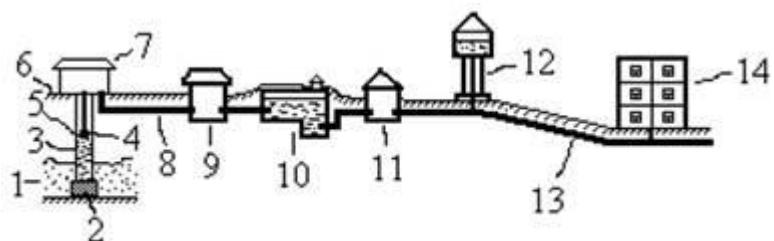


Рисунок 1.2. Схема водоснабжения из подземных источников.

1. источник водоснабжения;
2. - фильтр;
3. - буровая скважина;
4. - насос первого подъема;
5. - динамический уровень;
6. - статический уровень;
7. - павильон над буровой скважиной;
8. - водовод от водозаборного сооружения до очистных сооружений;
9. - очистные сооружения;
10. - резервуары чистой воды;
11. - насосная станция второго подъема;
12. - водонапорная башня;
13. - водоводы;
14. - разводящие сети.

Перечислим основные элементы систем водоснабжения и укажем их назначение:

Водозаборные сооружения, предназначенные для забора воды из природного источника и первичной очистки ее.

Водоподъемные сооружения, т. е. насосные станции, подающие под необходимым напором воду к местам ее очистки, хранения или потребления.

Сооружения для очистки и улучшения качества природной воды – станции ХВО.

Водоводы и водопроводные сети, служащие для транспортирования и подачи воды потребителям.

Регулирующие и запасные емкости, предназначенные для сохранения и аккумулирования воды.

В системах обратного водоснабжения есть также сооружения для очистки и охлаждения отработанной воды. Кроме того, во всех СПВ существуют сооружения для очистки сточных вод.

Система водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений, взаимосвязанных в работе. Сооружения должны быть рассчитаны так, чтобы обеспечивалась их четкая работа в общей цепи, а потребитель в результате получал нужное количество воды заданного качества под необходимым напором.

С этой целью для каждого из сооружений строго установлены расчетные расходы:

Максимальный суточный расход, на который рассчитываются водозаборные сооружения, очистная станция, резервуар и насосные станции первого подъема.

Средний часовой расход в сутки наибольшего водопотребления, необходимый для установления расчетной (средней) часовой производительности водозаборных сооружений, очистной станции и расчета водоводов первого подъема.

Максимальный часовой соответствующий ему секундный расход воды, на которые рассчитывается водопроводная сеть и производительность насосной станции при подаче пожарного или максимального хозяйственного расхода без напорно-регулирующих сооружений.

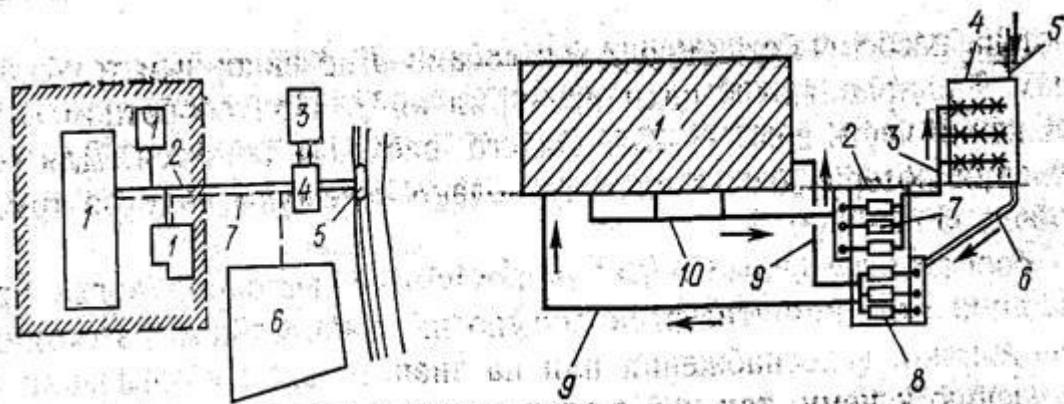


Рис. 1.3. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия

Рис. 1.4. Схема обратного водоснабжения промпредприятия

Промышленные предприятия, расположенные на территории современного города, обычно получают хозяйственно-питьевую воду непосредственно из городского водопровода.

4. Расход воды на наружное пожаротушение для населенных пунктов и промышленных предприятий.

Все сооружения водопровода проектируют так, чтобы во время эксплуатации они пропускали расчетный расход воды для пожарных нужд при максимальном расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды. Кроме того, в резервуарах чистой воды и водонапорных башнях предусматривают неприкосновенный запас воды для тушения пожаров, а в насосных станциях второго подъема устанавливают пожарные насосы.

Насосно-рукавные системы, которые собирают при тушении пожаров, также являются элементарными противопожарными водопроводами высокого давления, состоящими из источника водоснабжения, водоприемника (всасывающей сетки), всасывающей линии, объединенной насосной станции первого и второго подъемов

(пожарного насоса), водопроводов (магистральных рукавных линий), водопроводной сети (рабочих рукавных линий).

Водопроводы предназначены для транспортирования воды от насосной станции второго подъема к водопроводной сети города или объекта. Всегда предусматривают не менее двух водопроводов с таким расчетом, чтобы при аварии на одном через второй подавалось не менее 70% расчетного расхода воды на тушение пожаров. Водопроводы соединяют перемычками с задвижками, с помощью которых можно отключать аварийные участки.

Допускается проектирование наружного противопожарного водоснабжения из емкостей (резервуаров, водоемов) для:

населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел.;

отдельно стоящих общественных зданий объемом до 1000 м<sup>3</sup> расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода;

зданий промышленного и сельскохозяйственного назначения с производствами категорий В, Г и Д при расходе воды на наружное пожаротушение 10 л/с и менее;

складов грубых кормов объемом до 1000 м<sup>3</sup>;

складов минеральных удобрений объемом зданий до 5000 м<sup>3</sup>;

зданий радиотелевизионных передающих станций.

Расчетный расход воды на тушение пожара должен обеспечиваться в любое время суток при наибольшем расходе воды на другие нужды. При этом на промышленных предприятиях расходы воды на поливку территорий, прием душа, мытье полов и мойку технологического оборудования учитываться не должны.

При строительстве пожарных резервуаров и водоемов, а также после приема их в эксплуатацию необходимо следить за исправным состоянием подъездных путей к ним и сооружениями, обеспечивающими удобный и быстрый забор воды пожарными автомобилями и мотопомпами.

Допускается не предусматривать противопожарное водоснабжение для:

населенных пунктов с числом жителей до 50 чел. при застройке зданиями высотой до 2 этажей;

отдельно стоящих и расположенных вне населенных пунктов, предприятий общественного питания (столовые, закусочные, кафе и т. п.) при объеме зданий I и II степени огнестойкости до 250 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах;

заводов по изготовлению железобетонных изделий и товарного бетона со зданиями I и II степени огнестойкости, размещенных в населенных пунктах, оборудованных

водопроводными сетями при условии размещения гидрантов не далее 200 м от наиболее удаленного здания завода.

Вывод: системы противопожарного водоснабжения должны проектироваться с учетом нужд объекта, рельефа местности и климатических условий.

#### **1. 4 Лекция № 4 (2 часа).**

**Тема : Источники водоснабжения**

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Общая характеристика открытых и подземных водоисточников.
2. Сооружение для забора воды из открытых водоисточников.
3. Требования СНиП к водоприёмникам, самотечным линиям и береговым колодцам, обеспечивающим расход воды на пожаротушение.

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Общая характеристика открытых и подземных водоисточников.

Противопожарный водопровод должен предусматриваться в населенных пунктах, на объектах народного хозяйства и, как правило, объединяться с хозяйствственно-питьевым или производственным водопроводом.

Примечания\*: 1. Допускается принимать наружное противопожарное водоснабжение из емкостей (резервуаров, водоемов) с учетом требований пп. 9.27

—9.33 для:

населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. чел.;  
отдельно стоящих общественных зданий объемом до 1000 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода;  
зданий объемом св. 1000 м<sup>3</sup> — по согласованию с территориальными органами Государственного пожарного надзора;  
производственных зданий с производствами категорий В, Г и Д при расходе воды на наружное пожаротушение 10 л/с;

складов грубых кормов объемом до 1000 м<sup>3</sup>;

складов минеральных удобрений объемом зданий до 5000 м<sup>3</sup>;

зданий радиотелевизионных передающих станций;

зданий холодильников и хранилищ овощей и фруктов.

2. Допускается не предусматривать противопожарное водоснабжение:

населенных пунктов с числом жителей до 50 чел. при застройке зданиями высотой до двух этажей;

отдельно стоящих, расположенных вне населенных пунктов, предприятий общественного питания (столовые, закусочные, кафе и т.п.) при объеме зданий до 1000 м<sup>3</sup> и предприятий торговли при площади до 150 м<sup>2</sup> (за исключением промтоварных магазинов), а также общественных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 250 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах;

производственных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 1000 м<sup>3</sup> (за исключением зданий с металлическими незащищенными или деревянными несущими конструкциями, а также с полимерным утеплителем объемом до 250 м<sup>3</sup>) с производствами категории Д;

заводов по изготовлению железобетонных изделий и товарного бетона со зданиями I и II степеней огнестойкости, размещаемых в населенных пунктах, оборудованных сетями водопровода при условии размещения гидрантов на расстоянии не более 200 м от наиболее удаленного здания завода;

сезонных универсальных приемозаготовительных пунктов сельскохозяйственных продуктов при объеме зданий до 1000 м<sup>3</sup>;

зданий складов сгораемых материалов и несгораемых материалов в сгораемой упаковке площадью до 50 м<sup>2</sup>.

Расход воды на наружное пожаротушение зданий, разделенных противопожарными перегородками, следует определять по общему объему здания и более высокой категории производства по пожарной опасности.

Расход воды на наружное пожаротушение одно-, двухэтажных производственных и одноэтажных складских зданий высотой (от пола до низа горизонтальных несущих конструкций на опоре) не более 18 м с несущими стальными конструкциями (с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч) и ограждающими конструкциями (стены и покрытия) из стальных профилированных или асбестоцементных листов со сгораемыми или полимерными утеплителями необходимо принимать на 10 л/с

## 2. Сооружение для забора воды из открытых водоисточников.

### ВОДОЗАБОР ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

— комплекс гидротехнич. сооружений, включающий водоприемник, насосную станцию с самотечными или сифонными водоводами.

При выборе типа и конструкций водозабора поверхностных вод учитывают

следующие характеристики поверхностных источников: расходный режим, водохоз. баланс; устойчивость ложа, поймы или берегов источника с прогнозом на 15—20 лет; требования к качеству воды, предъявляемые потребителями; качеств, и количеств, характеристики воды с учетом возможного их изменения вследствие поступления в источник сточных вод; режимы перемещений донных отложений; наличие вечномерзлых грунтов, возможность промерзания и пересыхания источника; наличие снежных лавин и селевых явлений; осенне-зимний режим источника и шуголедовые явления в нем; темп-ру воды по периодам года и ее стратификацию; характерные особенности весеннего вскрытия источника, половодья и прохождения паводков; требования органов по регулированию использования и охране вод, сан. надзора, охраны рыбных запасов; возможность организации зон сан. охраны при необходимости забора воды на хоз.-питьевые нужды; технико-эко-номич. оценку условий комплексного использования источников.

Во всех системах водоснабжения предусматривают мероприятия по предотвращению механич., биологич. и минера-логич. загрязнений воды, поступающей в водозабор поверхностных вод, при последующей ее транспортировке по каналам и водоводам. В случае шуголедовых явлений в источнике водоснабжения предусматривают электрообогрев решеток, подвод к водоприемникам теплой воды или сжатого воздуха, импульсную промывку в сочетании с обратной промывкой, покрытие металлич. элементов кассет шдрофобным материалом и др.

При отборе воды из источников, имеющих рыбохоз. значение, предусматривают рыбозащитные устройства.

Водозабор поверхностных вод различают по: виду водоисточника — из водотоков с равнинных, предгорных и горных рек и каналов, из водоемов (морей, озер, водохранилищ); назначению — для хоз.-питьевого, пром., ирригационного, теплоэнергетического водоснабжения; категории обеспеченности подачи воды; компоновке осн. элементов — совмещенные (водоприемник и насосная станция компонуются в одном сооружении) и раздельные; месту расположения водоприемника — береговые, русловые, выносные; типу или схеме водозабора — 1) береговая насосная станция с самотечными или сифонными водоводами и водоприемниками в водоисточнике (крибе) с водоприемным ковшом, 2) с открытым или огражденным каналом, подводящим воду к насосной станции; способу приема воды в водоприемник — с верхним, боковым, нижним приемами воды; условию приема воды в водоприемник — поверхностный, глубинный и донный, положению водоприемника по отношению к уровню воды в водотоке или водоеме — не-затопляемый, временно затопляемый и

затопленный; материалу, из к-рого изготавлиают водоприемники, — железобетон., бетонные, металлические, деревянные; конструктивным особенностям водоприемника — с вихревой камерой, щелевые, ряжевые, раструбные, трубчатые, зонтичные; воздействию на природные условия водоисточника — активные и пассивные, характеру подвижности водозабора — стационарные, плавучие и фуникулерные; режиму эксплуатации — пост, и временные.

В.п.в. по обеспеченности подачи воды подразделяют на три категории, в соответствии с к-рыми устанавливают класс сооружений. Выбор схемы компоновки этих сооружений в сложных гидроморфологич. условиях производят на основе лабораторных и натурных исследований. Использование пассивных В.п.в. или таких их компоновок и конструктивных элементов, к-рые не нарушают или сводят к минимуму нарушения естественного режима водоисточника, позволяет даже в очень тяжелых условиях забора воды обеспечить их высокую категорию. Так, при интенсивном разрушении берегов, прибрежных склонов и вдоль береговых наносов вынос насосной станции за пределы зоны ожидаемого разрушения (без устройства берега-защиты) и размещение водоприемников вне зоны действия сосредоточ. течений, выходящих из прибойных зон, позволяют обеспечить водозабор первой категории. Использование таких конструктивных элементов, как ковши, пороги, шпоры, дамбы, открылки, позволяющих улучшить местные условия забора воды (ранний ледостав, отвод от места водоотбора в водоисточнике масс воды с повыш. содержанием наносов, сора, шугольда), позволяет повысить категорию В.п.в. Конструкция В.и.в. должна обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю; защиту системы водоснабжения от попадания в нее сора, планктона, наносов, ракушек и шугольда, а также молоди рыб от гибели и травмирования, пропуск проходных рыб к нерестилищам в водоисточниках рыбохоз. назначения; при отом быть прочной, устойчивой и долговечной.

3. Требования СНиП к водоприёмникам, самотечным линиям и береговым колодцам, обеспечивающим расход воды на пожаротушение.

**Основными водоприемниками самотечных осушительных систем являются реки.** Используют для этих целей также крупные овраги, ручьи и балки. Реже используют в качестве водоприемников озера, моря и водохранилища, так как их режим редко удовлетворяет требованиям отвода воды из осушительной сети. Иногда сброс воды из каналов осуществляют в карстовые воронки в известняках и доломитах, а также в хорошо фильтрующие песчано-гравийные ненасыщенные водой слои земной коры.

При самотечном отводе воды к водоприемнику предъявляют следующие требования:

- 1) водоприемник не должен создавать подпор в осушительных каналах, уровень воды в бытовой период в нем не должен превышать уровня волы в устьях этих каналов;
- 2) водоприемник должен обладать достаточной водоприемной или пропускной способностью, обеспечивающей своевременный отвод избыточных вод с осушаемой территории. Подпор воды в каналах со стороны водоприемника допускается только в период прохождения максимальных расходов талых вод и в ограниченных размерах в предпосевной и летне-паводковый периоды с обеспечением необходимых норм осушения;
- 3) русло водоприемника должно быть стабильно в пределах всего осушаемого массива, берега прочны и устойчивы;
- 4) при выходе воды в половодье из берегов рек-водоприемников песчаные наносы не должны отлагаться в пойме, допускается лишь илистый наилок, способствующий повышению плодородия почвы. Продолжительность весеннего затопления не должна превышать оптимальных значений. К сожалению, в естественном состоянии водотоки и водоемы не всегда удовлетворяют этим требованиям.

#### **Причины неудовлетворительного состояния водотоков-водоприемников:**

- 1) недостаточная глубина вреза русла водотока, обуславливающая высокое положение уровней воды в нем;
- 2) высокое положение водотока по отношению к осушаемым землям;
- 3) малые размеры русла водотока, не обеспечивающие прием и отвод воды из осушительной сети;
- 4) малые уклоны дна водотока из-за извилистости;
- 5) высокая шероховатость русла при засторании кустарником и водной растительностью, засоренности корягами, топляком и камнями;
- 6) неравномерное движение воды, ведущее к потерям напора и повышению уровней воды из-за резкого изменения глубины и ширины русла по длине водотока (плесы, перекаты);
- 7) подпор воды искусственными сооружениями — плотинами, мостами и трубами-переездами, заколами и язами, устраиваемыми для купания и рыбной ловли.

#### **Причины неудовлетворительного состояния водоемов-водоприемников:**

- 1) подпор воды плотинами на вытекающих из них реках;
- 2) недостаточный объем, малая глубина, высокое залегание уровней воды;
- 3) чрезмерный подъем уровня воды при сгонно-нагонных движениях воды и приливах.

На основе анализа причин неудовлетворительного состояния водоприемника назначают мероприятия по его регулированию.

## **1. 5 Лекция № 5 (2 часа).**

### **Тема : Водопроводные сооружения**

#### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Общие сведения о сооружениях для приема воды из подземных водоисточников.
2. Сроки восстановления неприкосновенного пожарного запаса воды.
3. Общие сведения об очистных сооружениях.

#### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Общие сведения о сооружениях для приема воды из подземных водоисточников.

Тип сооружений для забора подземных вод зависит от глубины их залегания, мощности водоносного пласта, его водообильности, условий залегания (характера пород, наличия напора в пласте и т.д.).

Все применяемые в практике водоснабжения типы сооружений для приема подземных вод делятся на следующие группы: 1) водозаборные скважины; 2) копанные шахтные и забивные фильтровые колодцы; 3) горизонтальные водозаборы; 4) лучевые водозаборы; 5) каптаж родников.

Водозаборы подземных вод должны обеспечивать надежный прием необходимого количества подземных вод и подачу их под требуемым напором потребителям.

Состав сооружений и устройств водозабора подземных вод следует определять при проектировании в зависимости от местных условий. Водозабор, как правило, должен включать:

- 1) приемные устройства (скважины, шахтные колодцы, лучевые водозаборы, горизонтальные водосборы, каптажи источников); 2) насосные станции первого подъема; 3) трубопроводы.

В водоносных пластах, залегающих на глубинах более 10 м, следует устраивать скважины.

Водозаборы из скважин применяют и в тех случаях, когда подземные воды залегают на глубине менее 10 м от поверхности земли, а мощность водоносного пласта не менее 5-6 м. Но если водоносный пласт в этом случае представлен рыхлыми породами (песками, галечниками), то вместо скважины сооружают шахтный колодец (скважину большого диаметра).

По условиям производства строительных работ использование шахтных колодцев ограничивается глубиной залегания водоносного пласта до 30-40 м от поверхности земли.

Лучевые водозаборы следует применять для забора подземных вод в аллювиальных отложениях под руслами рек, а также при эксплуатации маломощных водоносных пластов, залегающих ниже 8 м от поверхности земли.

Каптажи следует использовать при концентрированном выходе подземных вод на поверхность (ключи, источники).

Тип водозаборных сооружений следует выбирать с учетом геологических, гидрогеологических и других природных особенностей района на основе технико-экономического расчета.

При размещении водозаборных сооружений подземных вод следует отдавать предпочтение участкам:

а) расположенным вблизи места потребления воды; б) обладающим наибольшей водообильностью и допускающим забор потребного количества и надлежащего качества воды; в) обеспечивающим наиболее высокое положение динамического уровня в процессе эксплуатации; г) обеспечивающим возможность расширения водозабора на перспективу.

Водозаборы следует располагать на устойчивых (не оползневых) и незатопляемых участках, а при отсутствии таких - предусматривать мероприятия по защите водозаборов (обвалование, подсыпку и др.). Участки для расположения водозаборов должны быть выбраны таким образом, чтобы исключалась возможность загрязнения эксплуатируемых водоносных горизонтов бытовыми и промышленными сточными водами, газонасыщенными водами и водами с повышенной минерализацией, содержащими железо и марганец, из других водоносных горизонтов. Скважина должна быть защищена от попадания воды, служащей для охлаждения подшипников, компрессоров и сальников.

С целью защиты используемых подземных вод от загрязнения сточными водами животноводческих ферм и других объектов должна быть организована санитарная зона участков расположения водозаборов. Зона санитарной охраны для подземных источников состоит из двух поясов, в каждом пояссе должен быть установлен особый режим.

Первый пояс - зона строгого режима - должен включать: а) источник в месте забора воды; б) водопроводные сооружения: насосные станции, запасные и напорные резервуары и т.д.

Границы первого пояса зоны санитарной охраны должны устанавливаться в зависимости от степени защищенности горизонтов с поверхности от загрязнения и гидрогеологических условий на определенном расстоянии (в м) от водозабора:

для надежно защищенных горизонтов	30
для незащищенных, недостаточно защищенных горизонтов	50

Для одиночных подземных водозаборов, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы, расстояние от них до ограждения допускается уменьшать соответственно до 15 и 25 м.

Второй пояс зоны санитарной охраны - зона ограничения - должен включать:

- а) источник, питающий данный водопровод;
- б) бассейн питания водоисточника и его притока с границами по водоразделам, другие источники и грунтовые воды, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качественный или количественный состав воды в водоисточнике;
- в) окружающую территорию с населенными пунктами, фермами, зданиями, сооружениями и устройствами, оказывающими на источник определенное влияние.

На территории второго пояса запрещается:

располагать животноводческие фермы ближе чем на 300 м от границ первого пояса;

располагать стойбища и выпас скота ближе чем на 100 м от границы первого пояса.

Границы второго пояса определяют расчетом.

Наземные насосные станции первого подъема, применяемые в практике строительства над скважинами с насосами ЭЦВ, разработаны по плану типового проектирования Госстроя СССР. Все технические условия согласованы с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР и утверждены Промстройпроектом Госстроя СССР.

Проект насосной станции первого подъема предназначен для строительства на объектах водоснабжения во всех отраслях народного хозяйства с температурой воды в водоисточнике не выше 25 ~С на всей территории СССР с расчетной зимней температурой -20, -30 и -40 ~С.

Такую типовую станцию можно применять:

- 1) при водозаборе из скальных, полускальных, галечных и других крупнозернистых пород, обеспечивающих нормальную эксплуатацию без чистки отстойной части скважины;
- 2) в районах с суровым климатом;
- 3) при отсутствии станций управления, пригодных для условий работы в шкафу на открытом воздухе;

4) при высоком уровне грунтовых вод и обильном их притоке, где по местным условиям не применимы заземленные камеры насосных станций.

Типовая насосная станция над одиночной скважиной состоит из наземного здания (павильона) размером в плане 3х3 м, в котором размещается оголовок скважины, водопроводное оборудование, приборы контроля и измерения, а также устройства для производства отбора проб воды с любой глубины.

Управление насосами - автоматическое и местное. Станция управления агрегатами и аппаратура автоматики находятся в шкафах внутри здания насосной станции.

Фундамент павильона бутобетонный, стены кирпичные, перекрытие монолитное, железобетонное. Фундамент устья скважины из бетона марки 100. Вентиляция естественная, отопление электрическое.

Расход воды в зависимости от суточной подачи насосной станции принят равным 3-9 м/ч, но не более 140 м/сут и контролируется водомером ВВ-50 или УВТ-50, при расходе воды 2,5-12 м/ч - дифманометром ДП-781Р с камерной диафрагмой ДКН10-50.

## 2. Сроки восстановления неприкосновенного пожарного запаса воды.

Рассматривая действующие нормативы продолжительности восстановления израсходованного пожарного запаса воды, можно отметить, что формулировка требуемой продолжительности восстановления *неприкосновенного пожарного запаса воды* тв неудачна. Очевидно, что тв должна быть меньше или равна промежутку времени между окончанием одного и началом следующего пожара в сутки с наибольшим числом пожаров.

В тех случаях когда невозможно или экономически нецелесообразно получать воду непосредственно из источников водоснабжения, в емкостях предусматривают хранение *неприкосновенного пожарного запаса воды* для пожарных целей.

Если система пожарного водоснабжения имеет насосную станцию второго подъема, то производительность насосной станции первого подъема рассчитывают на возможность восстановления *неприкосновенного пожарного запаса воды* в резервуарах, расположенных при насосной станции второго подъема. Во время восстановления пожарного запаса воды насосы первого подъема должны обеспечивать также нормальную подачу воды потребителям. Производительность насосов соответственно уменьшают, если емкость водонапорной башни содержит полный или частичный неприкосновенный пожарный запас воды.

Если система пожарного водоснабжения имеет насосную станцию второго подъема, то производительность насосной станции первого подъема рассчитывают на

возможность восстановления *неприкосновенного пожарного запаса воды* в резервуарах, расположенных при насосной станции второго подъема. Во время восстановления пожарного запаса воды насосы первого подъема должны обеспечивать также нормальную подачу воды потребителям.

### 3. Общие сведения об очистных сооружениях.

#### Очистные сооружения

комплекс инженерных сооружений в системе канализации населённого места или промышленного предприятия, предназначенный для очистки сточныхвод от содержащихся в них загрязнений. Целью очистки является подготовка сточных вод к использованию на производстве или к спуску в водоёмы. Производственные сточные воды, как правило, подвергаются вначале очистке на локальных О. с. для снижения концентрации загрязнений, извлечения и утилизации находящихся в них полезных веществ, а также для подготовки этих вод к очистке на общезаводских О. с.

(если это необходимо). После локальной очистки или обработки на общезаводских О. с. сточные воды могут быть снова использованы в технологическом процессе. В отдельных случаях очищенные производственные воды спускаются в водоёмы либо (без полной очистки) в городские канализационные системы. В зависимости от загрязнённости и требуемой степени очистки сточных вод в состав О. с. могут включаться сооружения механической, биологической, физико-химической и дополнительной очистки.

На сооружениях механической очистки из сточных вод удаляют до 75% нерастворимых загрязнений (мелкие минеральные примеси, песок, нефтепродукты, жиры и др.). Всплывающие вещества задерживаются помостью решёток или сит, извлекаются из воды, измельчаются в дробилках молоткового типа и сбрасываются обратно в поток сточной воды либо подвергаются обработке совместно с осадком. Песок и др. мелкие минеральные примеси задерживаются при пропуске сточных вод через песковые фильтры. Осевший песок перемещается гидроэлеватором на так называемые песковые площадки либо в бункеры, откуда вывозится и используется для планировки местности. Нерастворённые взвешенные вещества задерживаются главным образом в отстойниках (См. Отстойники) и Септиках. Для удаления нефтепродуктов, жиров и др. веществ с плотностью, близкой к плотности воды, применяются нефтеловушки, жироловки (См. Жироловка), флотаторы.

Органические загрязнения, содержащиеся в сточных водах в виде коллоидов и растворённых веществ, удаляются на 90—95% сооружениями биологической очистки.

Химические методы очистки основаны главным образом на том, что при введении в сточную воду растворов некоторых реагентов образуются хлопья, способствующие

осаждению взвешенных веществ. Сооружения физико-химической очистки состоят из устройств для приготовления и дозировки реагента (при реагентной очистке), смесителей для смешения сточных вод с реагентом, камер реакции для первоначального хлопьеобразования, отстойников, в которых выпадают в осадок взвешенные вещества и частично коллоиды. Помимо реагентной очистки, к физико-химическим методам относятся электрохимические, гиперфильтрация, окисление и др. До полнительной очистке сточные воды подвергаются (в случае необходимости) после биологической очистки; при этом используются в основном фильтрация, реагентная обработка и другие методы, обеспечивающие удаление оставшихся органических взвешенных веществ, фосфора и азота.

Последний этап обработки сточных вод — их дезинфекция (обеззараживание) воздействием хлора на бактериальные загрязнения, оставшиеся после биологической, химической или дополнительной очистки. Сооружения для дезинфекции — Хлораторы, контактные резервуары (в виде первичных отстойников).

В процессе очистки сточных вод в отстойниках накапливается осадок; он плохой сохнет, издаёт неприятный запах и опасен в санитарном отношении. Сброшенный (перегнивший) осадок лишен этих отрицательных свойств, поэтому применяются сооружения для обработки и обезвреживания осадка — септики, двухъярусные отстойники, Метантенки, иловые площадки, вакуум-фильтры, центрифуги и фильтр-пресссы.

## **1. 6 Лекция № 6 (2 часа).**

**Тема : Внутренний противопожарный водопровод**

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Назначение внутренних водопроводов.
2. Классификация и устройство внутренних водопроводов.
3. Схемы внутренних водопроводов в зависимости от напора в наружной водопроводной сети.

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Назначение внутренних водопроводов.

Внутренний водопровод служит для подачи воды из наружной водопроводной сети к местам ее потребления (водоразборным точкам).

В предприятиях общественного питания внутренние водопроводные сети, как правило, служат для хозяйствственно-питьевых и производственных целей, а также для тушения пожаров внутри зданий до прибытия пожарной команды. Самостоятельной

противопожарной сети обычно не сооружают, а внутренние пожарные краны устанавливают на общей водопроводной сети.

В состав внутреннего водопровода входят следующие элементы: один или несколько вводов с водомерными узлами и внутренняя сеть трубопроводов, состоящая из магистралей, распределительных стояков, ответвлений (подводок) и водоразборной арматуры.

Для присоединения ввода к наружной магистрали сооружают специальные колодцы, в которых находится запорный вентиль или задвижка для отключения внутренней сети здания в случае аварии. Ввод изготавливают обычно из чугунных, реже — из стальных труб и прокладывают ниже глубины промерзания грунта на 0,3 м. В подвале или на первом этаже (в утепленном помещении) непосредственно за первой стеной здания монтируют водомерный узел, состоящий из водомера / с двумя вентилями 2, контрольного (спускного) крана 3 и обводной линии, снабженной запломбированной задвижкой 4.

В случае поломки водомера вентили 2 закрываются, а задвижка 4 — открывается, после чего водомер может быть снят и заменен другим без прекращения подачи воды во внутреннюю сеть. Обводную линию открывают также во время тушения пожара для уменьшения сопротивления движению воды. Контрольный кран 3 служит для периодической проверки показаний водомера.

Тип системы внутреннего водопровода зависит в основном от давления воды в наружной сети у ввода в здание и требуемого давления Ятр для подачи воды к водоразборным устройствам.

Применяются следующие системы внутреннего водопровода: простые (без насосов для повышения давления и без водонапорного бака); с водонапорным баком; с насосами для повышения давления и с водонапорным баком и насосом для повышения давления.

Системы без насосов и водонапорных баков. Эти системы применяют в тех случаях, когда давление в наружной сети водопровода может обеспечить подачу воды к наиболее высоко расположенному крану внутреннего водопровода. В такой системе вода из городской сети поступает в водомерный узел, проходит через водомер /, а затем по магистральным трубопроводам 5 и распределительным стоякам 6 подается к водоразборным кранам 8. На самостоятельном стояке 7 монтируются пожарные краны 9. Все стояки в нижней части снабжаются вентилями 10, которые на пожарных стояках пломбируются в открытом положении. Вентили 11 устанавливаются на каждой ветви системы для отключения ее в случае аварии.

Системы с водонапорным баком. Эти системы применяют в тех случаях, когда давление в наружной сети периодически снижается и не в состоянии обеспечить подачи воды в верхние этажи здания.

В таких системах в период нормального давления в городской сети вода по стояку 6 поступает в резервуар, расположенный в верхней части здания выше верхних водоразборных точек. Поплавковый клапан 13 прекращает подачу воды в случае заполнения резервуара до предельного уровня.

К нижней части резервуара присоединен трубопровод 14, который служит для подачи воды из бака в сеть. На нем устанавливается обратный клапан 12, который препятствует поступлению воды в резервуар по трубопроводу 14. На подводящем трубопроводе между водомерным узлом и разводящей магистралью также устанавливается обратный клапан 15, который предназначен для автоматического отключения системы внутреннего

водопровода от наружной сети при понижении давления в ней. При отсутствии такого клапана вода из резервуара может уйти в наружную сеть.

Системы с насосами для повышения давления. Эти системы применяют в тех случаях, когда давление в наружной сети недостаточно велико для подачи воды к наиболее высоко расположенному водоразборному крану. Насос 12 работает при открытых задвижках 13. Обратный клапан 14, установленный на обводной линии, препятствует циркуляции воды через обводную линию во время работы насоса. При выключении насоса вода из наружной сети поступает во внутреннюю сеть через обводную линию. Для повышения экономичности системы ее обычно комбинируют с водонапорным баком. Это позволяет обеспечить периодичность работы насосной установки с минимальной затратой энергии.

Схемы водопроводной сети с нижней и верхней разводкой магистралей. В системах с нижней разводкой, являющейся наиболее распространенной, магистрали прокладывают под полом первого этажа (в подвале или в специальных подземных каналах). В системах с верхней разводкой магистрали прокладывают по техническому этажу здания или под потолком верхнего этажа. Система с верхней разводкой уступает системе с нижней разводкой, так как подвержена замерзанию (при прокладке по чердаку), кроме того, в случае аварии трубопровода может произойти затопление и порча помещений, расположенных в нижележащих этажах здания.

Предприятия общественного питания обычно размещают на первых этажах зданий, поэтому в них применяют системы водопровода с нижней разводкой горизонтальными распределительными трубопроводами и тупиковой разводкой. В предприятиях,

располагаемых в зданиях иного назначения, системы внутреннего водопровода делают самостоятельными только для предприятий общественного питания.

Сети внутреннего водопровода сооружают с открытой или скрытой прокладкой трубопроводов. В первом случае трубопроводы прокладывают у стен, колонн, под потолком или у пола. Во втором случае трубопроводы монтируют в подпольных каналах, бороздах, нишах, расположенных в толще стен. Скрытая прокладка не ухудшает архитектурного оформления помещений и удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям, однако усложняет монтаж и обслуживание системы и увеличивает ее стоимость.

## 2. Классификация и устройство внутренних водопроводов.

Классификация внутренних водопроводов изображена на рис. 1.

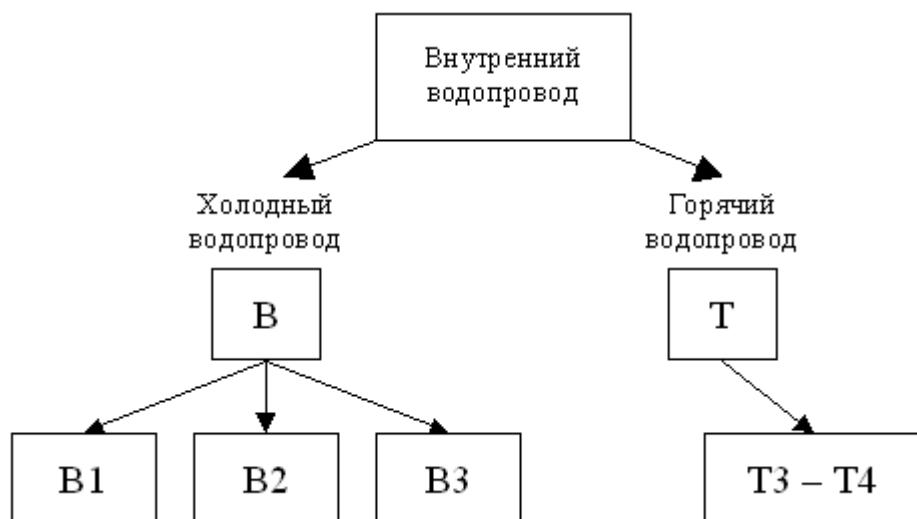


Рис. 1

Таким образом, внутренний водопровод подразделяется в первую очередь на холодный (В) и горячий (Т) водопровод. На схемах и чертежах в отечественной документации холодные водопроводы обозначаются буквой русского алфавита В, а горячие - буквой русского алфавита Т.

Холодные водопроводы имеют следующие разновидности:

В1 - хозяйственно-питьевой водопровод;

В2 - противопожарный водопровод;

В3 - производственный водопровод (общее обозначение).

Современный горячий водопровод должен иметь в здании две трубы: Т3 - подающая, Т4 - циркуляционная. Попутно отметим, что Т1-Т2 обозначаются системы

отопления (теплосети), которые не относятся непосредственно к водопроводу, однако связаны с ним, что рассмотрим позднее.

3. Схемы внутренних водопроводов в зависимости от напора в наружной водопроводной сети.

В зависимости от назначения системы водоснабжения делятся на следующие виды:

– хозяйствственно-питьевая — для подачи воды, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р 51232—98, для использования в жилых, общественных и производственных помещениях (для приготовления пищи, умывания, купания, хозяйственных нужд); – производственная система — для подачи воды на технические нужды; – противопожарная система — для тушения пожаров.

В зависимости от потребностей того или иного объекта системы внутреннего водоснабжения могут быть объединенными или раздельными. Однако соединение в одном водопроводе воды хозяйственно-питьевой с водой не питьевого качества недопустимо.

По конструкции различают следующие системы внутреннего водопровода для производственных зданий: с прямоточным водоснабжением; с обратным водоснабжением; с повторным использованием воды. На выбор конструктивного решения влияют назначение, техническая целесообразность, требование экономичности, противопожарные, санитарно-гигиенические требования. При этом надо стремиться к уменьшению строительных и эксплуатационных расходов.

На вводе в здание требуемый напор должен обеспечить подачу нормативного расхода воды к самому высокому (диктующему) водоразборному устройству. Минимальный напор воды в месте присоединения ввода называется гарантийным. В случае недостатка напора в наружной сети для здания устанавливаются повышительные насосные установки, водонапорные баки, пневматические установки.

Схемы сетей внутренних водопроводов в зависимости от режима водопотребления, требований и назначения объекта бывают тупиковыми, кольцевыми, комбинированными, зонными.

Тупиковые сети используют там, где допускается перебой в водоснабжении в случае аварии. Кольцевые сети применяют, когда требуется надежная бесперебойная подача воды. Комбинированные сети устраивают в многофункциональных зданиях сложной конфигурации. Зонные (многозонные) сети представляют собой несколько

раздельных сетей в одном здании. Их используют для надежного водоснабжения сложных, например высотных, зданий.

Магистральные трубопроводы в здании должны быть расположены по кратчайшим расстояниям в зависимости от технико-экономической целесообразности, режимов подачи и потребления воды, надежности снабжения, рационального размещения. В сетях с нижней разводкой горизонтальные магистрали трубопроводов располагаются в нижней части зданий (в подвале или техподполье). В сетях с верхней разводкой горизонтальные магистрали размещаются в чердачном помещении. В планировке помещений этажей сантехнические узлы и водоразборную арматуру располагают по единой вертикали друг под другом.

Для внутренней водопроводной сети используются стальные водопроводные трубы диаметром от 10 до 150 мм на резьбовых, фланцевых, сварных, kleевых соединениях и пластмассовые на сварке. Для вводов применяют чугунные раструбные трубы.

Водопроводную арматуру изготавливают из латуни, стали, бронзы, чугуна, пластмасс (краны, клапаны, сетки, вентили, смесители и т.д.). Запорная арматура включает в себя задвижки, запорные вентили, автоматически закрывающиеся клапаны. Ее устанавливают у стояков хозяйственно-питьевой сети, на ответвлениях, на кольцевой магистральной сети, у основания пожарных стояков, при вводе в каждую квартиру, на подводках к санитарным приборам, к водонагревательным приборам и т.д.

Регулировочная арматура предназначена для регулирования расхода и для поддержания, понижения напора (регуляторы давления, регулировочные вентили). Предохранительная арматура (клапаны) позволяет поддерживать величину напора не более определенного значения, что сохраняет оборудование в случае непредвиденного повышения давления в трубопроводе. Обратные клапаны обеспечивают движение воды только в одном направлении.

Трубопроводы внутри здания крепят к строительным конструкциям на подвесках или кронштейнах. При прокладке в неотапливаемых подвалах или чердаках трубы утепляют.

Вертикальные трубы, стояки, разводящие трубопроводы и подводки к водоразборным устройствам прокладывают скрыто или открыто в зависимости от назначения и степени благоустройства зданий. Открытый способ прокладки предполагает расположение труб вдоль стен и в шахтах индустриальных сантехкабин. Скрытая прокладка обязывает проводить трубы в каналах, бороздах, блоках и панелях стен. Эти особенности прокладки коммуникаций должны быть предусмотрены в строительной части проекта здания. Скрытая прокладка предполагает устройство в панелях смотровых

люков и отверстий в местах размещения вентилей и других устройств регулирования сети. Трубопроводы и приборы крепятся к стенам с помощью крюков, скоб, кронштейнов, дюбелей и т.д.

Повысительные насосные установки применяют для повышения напора воды в случае, когда гарантированный напор ниже требуемого. Для этого используют центробежные насосы. При необходимости бесперебойной работы сети устанавливают также резервные насосные агрегаты. Насосы размещают в отдельном отапливаемом помещении высотой не менее 2,2 м, расположенному под нежилыми помещениями, на специальном фундаменте со звукоизоляцией. Насосы должны быть подключены к двум независимым источникам энергии.

Регулирующие водонапорные резервуары (баки) создают запас воды на случай недостаточного напора. Для технологических нужд и пожаротушения запас воды в резервуаре целевой, неприкосновенный. Объем резервуара складывается из регулирующего и запасного объемов.

Водонапорные баки могут быть в плане круглыми и прямоугольными из листовой стали с крышками. Они создают большие нагрузки на перекрытия, требуют специального ухода, удорожают строительство.

Определение расчетного расхода воды во внутреннем водопроводе. Сети внутренних водопроводов рассчитывают по максимальному секундному расходу воды в здании. Подача нормативного расхода воды к самому высокому и удаленному диктующему водоразборному устройству должна быть обеспечена с максимальным свободным напором.

## **1. 7 Лекция № 7 (2 часа).**

**Тема : Требования нормативных документов к внутренним противопожарным водопроводам.**

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Область применения внутренних противопожарных водопроводов с учётом требований СНиП.
2. Противопожарные требования к вводам в здания, водомерным узлам, внутренним сетям, насосным устройствам, водонапорным и гидропневматическим бакам.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Область применения внутренних противопожарных водопроводов с учётом требований СНиП.

Проверка технического состояния и испытание на водоотдачу наружных и внутренних сетей противопожарного водопровода

В соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности в РФ сети противопожарного водопровода должны проверяться на работоспособность не реже двух раз в год (весной и осенью). К сетям противопожарного водоснабжения относятся наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами, водные объекты, используемые для целей пожаротушения и внутренние водопроводные сети с пожарными кранами.

Оренбургский филиал ФГБУ ВНИИПО МЧС России предоставляет услуги по осуществлению проверок и испытаний сетей противопожарного водопровода с использованием необходимого оборудования. При проведении испытаний констатируется не только фактическая работоспособность сетей, но и проводится замер расхода воды (измеряется в л/с) с целью выяснения соответствия требованиям пожарной безопасности: СНиП 2.04.01-85\* Внутренний водопровод и канализация зданий, СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения, СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности, СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности и (или) др. нормативным документам, устанавливающим нормативно-потребный расход воды на цели пожаротушения для Вашего объекта.

По результатам проверки работоспособности и испытания сетей противопожарного водопровода составляются Акты установленного образца.

Оренбургский филиал ФГБУ ВНИИПО МЧС России дважды в год проводит проверку технического состояния и испытание на водоотдачу наружных и внутренних сетей противопожарного водопровода на водоотдачу объектов защиты. Имеем опыт проверки внутренних пожарных кранов, пожарных гидрантов, стационарных систем орошения технологического оборудования, стационарных лафетных стволов.

Испытание на водоотдачу водопроводных сетей производится комплексным методом с применением всех имеющихся методик, либо с помощью одной из методик: с применением пожарных автомобилей стволами водомерами, с применением пожарной колонки оборудованной гладким патрубком с манометром, с применением стационарных лафетных стволов оборудованных сменными насадками с манометрами, с применением стационарных систем орошения, каждый ярус которых оборудован манометрами.

#### Испытание пожарных кранов

Основными руководящими и нормативными документами, а также основанием для проведения проверки и испытания сетей внутреннего противопожарного водопровода являются:

Правила пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03):

п.89. - Сети противопожарного водопровода должны находиться в исправном состоянии и обеспечить требуемый по нормам расход воды на нужды пожаротушения. Проверка их работоспособности должна осуществляться не реже двух раз в год (весной и осенью).

Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: (Статьи 106, 107).

ГОСТ 12.4.009-83 «ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»:

ГОСТ Р 51844-2009 «Техника пожарная. Шкафы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

ГОСТ Р 53278-2009 «Техника пожарная. Клапаны пожарные запорные.

Общие технические требования. Методы испытаний».

ГОСТ Р 53279-2009 «Техника пожарная. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».

ГОСТ Р 53331-2009 «Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний».

ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний».

СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».

СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий».

НПБ 151-2000 «Шкафы пожарные. Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний».

Цель испытаний:

Целью испытаний сетей противопожарного водопровода на водоотдачу является определение фактических расходов воды, используемой для пожаротушения.

Давление определяется на «диктующем» пожарном кране (т.е. давления у клапана либо у ручного пожарного ствола «диктующего» крана) с последующей проверкой этого давления и соответствующих ему значений расхода воды и высоты компактной части

водяной струи на соответствие нормативным или согласованным в установленном порядке с органами ГПС. (табл. 1,2,3 СП 10 либо СНиП 2.04.01-85\*).

Проверка работоспособности и водоотдачи сетей внутреннего противопожарного водопровода (водопроводная сеть по стоякам, пожарные краны, электромагнитные задвижки) проводится перед приёмкой их в эксплуатацию, по завершению ремонтных работ, а также не реже, чем через каждые 6 месяцев (в весенне-летний и осенне-зимний периоды).

По результатам проверки технического состояния и испытаний внутреннего противопожарного водопровода составляются соответствующие акты в 2-х экземплярах.

Условия проведения испытаний внутреннего противопожарного водопровода (ВПВ)

Испытания ВПВ на водоотдачу должны осуществлять не реже двух раз в год (весной и осенью) при температуре не ниже 5 оС.

Испытания на водоотдачу необходимо проводить при минимальном давлении в магистральной (внешней) сети или в тот период суток, когда в здании, в котором происходит испытание ВПВ, наблюдается наибольшее по данным соответствующих служб водопотребление (выбирается случай наименьшего давления воды в ВПВ).

За параметр водоотдачи ВПВ принимается давление на «диктующем» пожарном кране. Все три показателя водоотдачи (давление у клапана или у пожарного ствола, расход воды из пожарного ствола и высота компактной части струи) взаимосвязаны. Если измеренное давление соответствует нормативному значению, то расход и высота компактной части струи также соответствуют нормативному значению если измеренное давление не соответствует нормативному значению, то расход и высота компактной части струи также не соответствуют нормативному значению.

Испытания на водоотдачу необходимо проводить последовательно на самом удаленном от насоса пожарном кране и на каждом самом высоко расположеннем пожарном кране каждого стояка при испытаниях одновременно должно быть включено такое количество пожарных кранов, которое регламентировано нормативными документами в области пожарной безопасности в качестве дополнительных пожарных кранов могут использоваться ниже расположенные по стояку и/или краны смежных стояков. В каждом случае давление измеряется только на «диктующем» пожарном кране или на самом высоко расположеннем пожарном кране каждого стояка.

«Диктующий» пожарный кран и его место расположения в здании (или части здания, ограниченной огнестойкими стенами) должно быть указано в проектной документации или определены гидравлическим расчетом.

Организации, имеющие право на проверку ВПВ

Организации, имеющие соответствующую лицензию.

Основание:

Статьей 12.(п.15) Федерального закона РФ от 4 мая 2010 г. N 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» определен перечень видов деятельности, на осуществление которых требуются лицензии в том числе и «Деятельность по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений».

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25 октября 2006 г. № 625 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 05.05. 2007 № 269, от 31.10.2009 № 875, от 21.04.2010 № 268, от 24.09.2010 № 749) – под производством работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений понимается осуществление мероприятий, связанных с монтажом, ремонтом и обслуживанием активных и пассивных систем пожарной безопасности (пожаротушения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации, противопожарного водоснабжения, дымоудаления, оповещения и эвакуации при пожаре, противопожарных занавесов и завес, заполнений проемов в противопожарных преградах) и их элементов, а также трубопечных работ, работ по огнезащите материалов, изделий и конструкций.

2. Противопожарные требования к вводам в здания, водомерным узлам, внутренним сетям, насосным устройствам, водонапорным и гидропневматическим бакам.

1. Потребителям разрешается устанавливать приборы учета, включенные в Государственный реестр средств измерений Госстандарта РФ.

2. Необходимо приобретать счетчики с диаметром условного прохода 15 мм. Рекомендуется устанавливать счетчики с максимальным межпроверочным интервалом – 5 и более лет, с датой поверки текущего года. Перед приобретением приборов учета потребитель должен получить консультацию по тел. 25-99-38.

3. Установка и эксплуатация приборов учета осуществляется за счет потребителя. Проектирование, монтаж и эксплуатация приборов учета производятся в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (технического паспорта на счетчик, СНиП 2.04.01-85 и др.).

Требования к приборам учета:

заводское изготовление, наличие паспорта завода изготовителя (паспорт хранится весь период эксплуатации прибора);

наличие государственного сертификата на прибор;

наличие штампа о поверке прибора;

наличие контрольных пломб (не опломбированные средства измерений в эксплуатацию не принимаются).

Требования к установке приборов учета

Требования к оборудованию водомерного узла в жилом одноквартирном доме или части жилого дома (частного сектора):

монтаж прибора учета производится в соответствии с проектом, разработанным на основании технических условий, выданных производственно-техническим отделом ОАО «Дзержинский Водоканал».

прибор учета должен располагаться в месте присоединения к коммунальным сетям водоснабжения (на границе эксплуатационной ответственности);

с каждой стороны счетчика должны быть предусмотрены прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики (согласно СНиП 2.04.01-85\* пп. 11.5 и 11.6);

средства измерений на узле учета должны быть защищены от несанкционированного вмешательства в их работу, нарушающего достоверный учет количества полученной холодной воды

Требования к оборудованию водомерного узла в жилом помещении (квартира) в многоквартирном доме:

приборы учета устанавливаются на всех водопроводных вводах в квартиру, в том числе на горячем водоснабжении;

прибор учета должен располагаться в удобном для обслуживания, опломбирования и снятия показаний месте, в помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже +5 °C;

с каждой стороны счетчика необходимо предусмотреть прямые участки трубопроводов, длина которых определяется в соответствии с государственными стандартами на счетчики (согласно СНиП 2.04.01-85);

средства измерений на узле учета должны быть защищены от несанкционированного вмешательства в их работу, нарушающего достоверный учет количества полученной холодной воды или сбрасываемых сточных вод

При установке приборов учета необходимо предусмотреть:

отсутствие отводов и дополнительных врезок до водомера или обеспечить возможность их опломбирования;

установку сетчатого фильтра перед прибором учета.

## **1. 8 Лекция № 8,9 (4 часа).**

**Тема : Безводопроводное противопожарное водоснабжение.**

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Характеристика безводопроводного противопожарного водоснабжения.
2. Устройство для забора воды из открытых водоисточников в летнее и зимнее время.
3. Искусственные водоисточники противопожарного водоснабжения.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Характеристика безводопроводного противопожарного водоснабжения.

Безводопроводное наружное противопожарное водоснабжение из емкостей (резервуаров, водоемов) может предусматриваться в следующих случаях:

- в населенных пунктах с числом жителей до 5 тыс. чел.;
- в отдельно стоящих общественных зданиях объемом до 1000 м<sup>3</sup>, расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода;
- в зданиях объемом свыше 1000 м<sup>3</sup> – по согласованию с органами Государственного пожарного надзора;
- в других случаях, оговоренных в п. 2.11 СНиП 2.04.02-84\*.

Такое водоснабжение осуществляется от естественных (реки, озера, моря) и искусственных (колодцы, резервуары, водохранилища, водоемы-копани) водоисточников. Подача воды на тушение пожара производится мотопомпами, автонасосами или автоцистернами, а также стационарно установленными насосами с подачей воды по прокладываемым при пожаре пожарным рукавам к ручным и лафетным стволам.

Расстояние от естественных источников воды до зданий и сооружений не должно превышать 200 м. В случае отсутствия таких источников или при больших расстояниях необходимо предусматривать искусственные источники воды вблизи зданий.

Объем пожарных резервуаров и водоемов определяется исходя из расчетных расходов воды и продолжительности тушения пожара 3 часа (в отдельных случаях 2 часа). Восстановление пожарного запаса после полного израсходования воды должно обеспечиваться за установленное нормами время (24–72 часа для различных объектов).

Место для устройства водоема выбирается по возможности близко к объекту, требующему наибольшего количества воды на тушение, предусматривается удобный подъезд для пожарных машин. Для обеспечения доступа к водоему при пожаре установлены минимальные расстояния от водоема: до зданий 1-й и 2-й степени огнестойкости – 10 м, до зданий 3-й, 4-й, 5-й степени огнестойкости и до открытых складов сгораемых материалов – 30 м. При этом решаются вопросы наполнения водоема водой и защиты от фильтрации воды в грунт.

Водоемы-копани в зависимости от местных условий и наличия водоотливных средств устраиваются в выемке (рис. 3.1) или в полувыемке-полунасыпи. Глубина таких водоемов назначается 2,5–3,5 м. С увеличением глубины повышается доля полезного объема зимой, а летом уменьшается прогревание воды. При возможности питания водоема за счет грунтовых вод глубину уменьшают до 2 м.

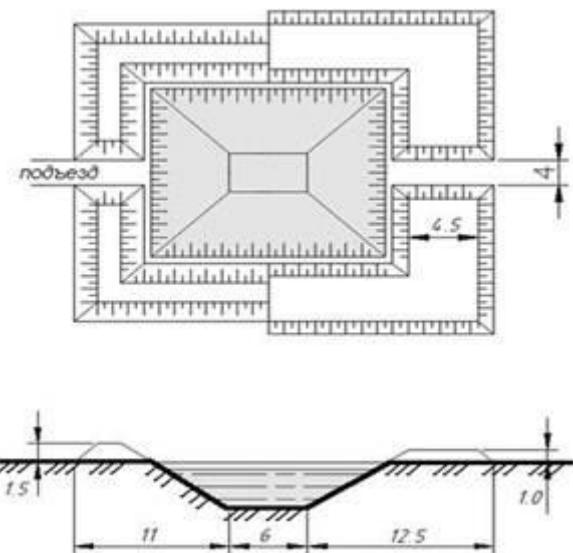


Рис. 3.1. Устройство водоема-копани в выемке

Для гидроизоляции водоемов-копаней устраивается облицовка – бетонная (из монолитного слоя бетона толщиной 10–12 см), из камня или кирпича на цементном растворе, асфальтобетонная толщиной 5–8 см. Также может использоваться глиняная

одежда – слой из специально подготовленной глины, уложенный по всей поверхности котлована и уплотненный ручными трамбовками.

Водоемы-резервуары могут быть надземными и подземными (рис. 3.2), открытыми и закрытыми, выполняются из железобетона, камня, металла, кирпича, дерева. Резервуары сооружаются по типовым проектам емкостью от 10 до 20000 м<sup>3</sup>, глубина 2–5 м. Каменные, железобетонные и кирпичные резервуары штукатурятся изнутри, а при наличии грунтовых вод и снаружи. В резервуаре устраивается люк 0,6×0,6 м с двойной крышкой и вентиляционная труба.

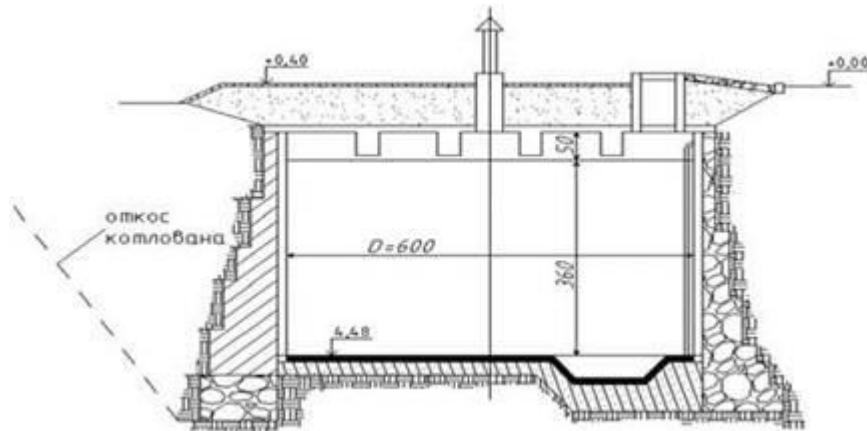


Рис. 3.2. Каменный подземный резервуар

Забор воды в подземных резервуарах осуществляется через всасывающий рукав, опускаемый непосредственно через люк, в надземных и полуподземных резервуарах для забора воды из нижней зоны резервуара наружу выводятся два штуцера с соединительными рукавными головками.

Водохранилища (пруды) устраивают в долинах рек и ручьев, перегороженных плотинами, для устройства хозяйствственно-питьевого водоснабжения. Они могут использоваться и для безводопроводного противопожарного водоснабжения. Для забора воды один из берегов укрепляется сваями или отсыпкой камня или оборудуется пожарный пирс (рис. 3.3). При заболоченных берегах для забора воды используют приемные колодцы, вынесенные на удобное для подъезда место и сообщающиеся с водохранилищем трубопроводом (рис. 3.4).

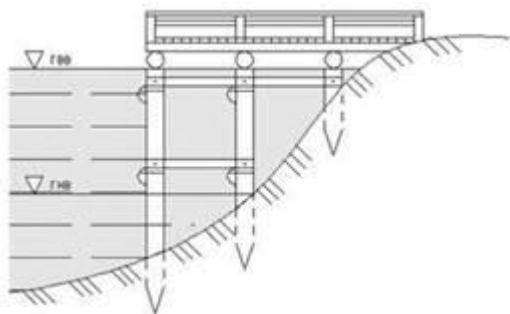


Рис. 3.3. Пожарный пирс: ГВВ – горизонт (уровень) высоких вод; ГНВ – горизонт

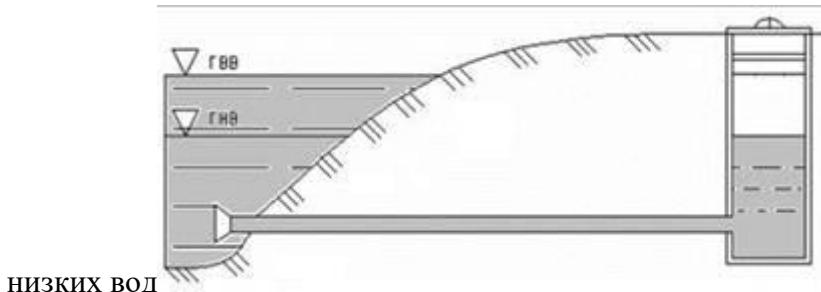


Рис. 3.4. Приемный колодец

Периодичность опорожнения водоемов для смены воды согласовывается со службой санитарной инспекции.

При эксплуатации водоемов регулярно контролируется положение уровня воды и по мере необходимости производится их пополнение.

К началу образования льда водоем наполняется до максимально возможного уровня. Для забора воды зимой устраивается прорубь, в которую вмораживается деревянная бочка, заполненная каким-либо утеплителем, при пожаротушении утеплитель удаляется, дно выбивается. Замерзание проруби предотвращают и устройством щита-крышки с полым пространством.

2. Устройство для забора воды из открытых водоисточников в летнее и зимнее время.

В водоприемных камерах водозаборных сооружений отлагаются различные осадки: песок, щепа и корье. Длительное пребывание осадков в водоприемных камерах недопустимо так как может вызвать ухудшение качества забираемой воды. Скопившиеся осадки и наносы удаляются механическим путем при помощи водоструйных или песковых насосов. Удаление попавших в водоприемник корья, щепы, травы и тому подобных предметов производится обычно вручную после выключения отдельных секций водозаборов из работы.

Принцип работы водоструйного насоса состоит в следующем. Вода (называемая рабочей или напорной) из водопровода или от специальных насосов под давлением входит в

напорный патрубок 1 и проходит через суженый насадок 2. При этом скорость ее увеличивается, а статическое давление, преобразуясь в динамическое, резко уменьшается. Расход рабочей воды и выходное сечение подбираются так, чтобы при выходе из насадка в смесительной камере 3 образовывалось разрежение. Вследствие этого вода из водоприемной камеры вместе с осадками подсасывается (эжектируется) в смесительную камеру через всасывающий патрубок 5 и, проходя по диффузору 4, в котором за счет уменьшения скорости статической напор поднимается выше атмосферного, выбрасывается в отводной патрубок 6. Водоструйные насосы приводятся в действие простым открыванием крана на трубопроводе, подводящем напорную воду. Очистка водоструйных насосов производится путем закрывания крана, установленного на отводном трубопроводе. Для надежности работы насоса особое внимание должно быть обращено на герметичность соединения труб. При этом диаметры труб должны соответствовать диаметрам присоединительных частей насоса. При большом протяжении трубопровода следует принимать трубопроводы большего диаметра с целью предупреждения падения давления.

Водоструйные насосы № 1 и 2 могут применяться при напоре не менее 3 — 4 кг/см<sup>2</sup> для подъема на общую высоту до 3 м при незначительной высоте всасывания. При этом расход воды высокого давления (рабочей воды) составляет 70 — 80% поднимаемого осадка вместе с водой из камеры.

Водоструйные насосы № 3 и 4 могут применяться при напоре 3 — 4 кг/см<sup>2</sup> для подъема на общую высоту 5 — 10 м (включая всасывание на высоту до 2 м), причем расход рабочей воды почти вдвое больше, чем откачиваемое количество воды. Потребное количество подводимой к водоструйному насосу рабочей воды в м<sup>3</sup>/час может быть определено [14] по формуле.

С целью более полного удаления осадков и обеспечения отсасывания осадков из любой точки водоприемной камеры, установка водоструйных насосов часто делается подвижной.

Точный расчет и теория водоструйных насосов излагаются в специальных работах проф. П. Н. Каменева, В. Н. Гончарова, К. К. Баулина, П. А. Свидерского, Г. А. Ароне, Н. А. Ржаницына и др. В результате развития теории и улучшения конструкции к. п. д. водоструйных насосов повышен до 20—25%.

Соединение водоструйного насоса с трубопроводами рабочей и отводимой воды в этом случае, производится посредством гибких шлангов. На рис. 33 показан водоструйный насос для удаления осадков из водоприемных камер, разработанный Центроспецстройпроектом.

Напор рабочей воды для нормальной работы должен быть не более 70 кг/см<sup>2</sup>. Отверстия в нижней части водоструйного насоса предназначаются для разрыхления слежавшегося осадка. В этом случае расход рабочей воды на 20% больше расхода, определяемого по формуле.

Водоструйные насосы изготавливаются из чугуна, коническое вставное сопло — из нержавеющей стали. Достоинство водоструйных насосов перед центробежными насосами заключается в том, что они могут применяться при значительных амплитудах колебаний горизонта воды в источнике.

### 3. Искусственные водоисточники противопожарного водоснабжения.

Источники водоснабжения сельских населенных пунктов и промышленных предприятий могут быть естественными ( реки, озера, моря) и искусственными ( резервуары, водоемы-копи, каналы, водохранилища). И те и другие могут успешно использоваться для целей пожаротушения.

Противопожарное водоснабжение из водоемов или резервуаров может быть предусмотрено для предприятий с площадью территории не более 20 га и категории производства Г и Д, если нужный расход воды на наружное пожаротушения не превышает 20 л/с. Допустимо оно и для населенных пунктов с числом жителей не более 5000 человек, и для отдельно расположенных общественных зданий при согласовании с органами госпожнадзора.

Противопожарное допускается не предусматривать для отдельных производственных зданий I и II степени огнестойкости объемом не более 1000 м<sup>3</sup> с производствами категории Д, для населенных пунктов с числом жителей до 50 человек, при застройке зданиями до двух этажей включительно, для заводов по изготовлению железобетонных изделий и товарного бетона со зданиями I и II степени огнестойкости в городах и рабочих поселках, оборудованных сетями водопровода при условии размещения гидрантов на расстоянии не более 200 м от зданий завода.

При безводопроводном водоснабжении вода для тушения пожара подается мотопомпами, автонасосами или автоцистернами, а также стационарно установленными насосами.

Необходимый объем воды, забираемый из водоемов, определяют в соответствии с нормами СНиП 2.04.02 – 84\* исходя при этом из расчета потребности на 3- часовое тушение пожара.  $W = \dots$ , м<sup>3</sup> где  $Q_{н. пож.}$  – расход воды на наружное пожаротушение, л/с,

Полезная вместимость каждого водоема устраиваемых на предприятиях, складах и крупных населенных пунктах, должна составлять 100- 500 м<sup>3</sup>. В местах индивидуальной

застройки (сельская и городская местность) полезная вместимость таких водоемов должна быть в пределах 50-150 м3.

Для устройства водоема выбирают место с обязательным учетом следующих факторов ;

- 1.Имеющихся средств забора и подачи воды.
- 2.Качества грунтов и уровня грунтовых вод.
- 3.Возможности и способов наполнения водоема водой.
- 4.Близости расположения водоема к объекту или группе объектов, требующих наибольшее количество воды на тушение. Расстояние от водоемов до зданий 3,4,5, степени огне-стойкости и до открытых складов сгораемых материалов должно быть не менее 30 метров, до зданий 1 и 2 степени огнестойкости, не менее 10 метров.

К водоисточникам оборудуются подъезды для обеспечения одновременной работы двух пожарных насосов Если отсутствуют водоисточники, открытые водоемы наполняют за счет атмосферных осадков, для сбора которых на площадке вокруг водоема придается небольшой уклон (0,002 – 0,003) в его сторону. При этом требуется специальное укрепление откосов для предупреждения их размыва.

Использование грунтовых вод в качестве естественного питания водоемов допускается, если глубина их залегания не превышает 5 метров.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

(не предусмотрено рабочей программой дисциплины)

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

(не предусмотрено рабочей программой дисциплины)

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **4.1 Семинарское занятие 1 (С-1) Основы гидравлики.**

1. Определение гидравлики и её роль в решении практических задач.
2. Свойства и виды гидростатического давления.
3. Величины, характеризующие движение жидкости.

### **4.2 Семинарское занятие 2 (С-2) Применение уравнения Бернулли в пожарном деле.**

1. Виды гидравлических сопротивлений.
2. Местные и линейные потери напора.

### **4.3 Семинарское занятие 3 (С-3, С-4) Наружное противопожарное водоснабжение.**

1. Общие сведения о гидравлическом расчёте водопроводной сети.
2. Значение водоснабжения в системе мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность промышленных объектов и населенных пунктов.
3. Водопроводное и безводопроводное противопожарное водоснабжение.
4. Классификация наружных водопроводов.

#### **4.4 Семинарское занятие 4 (С-5, С-6) Нормы расхода воды. Свободные напоры.**

1. Требования норм к свободным напорам в водопроводах высокого и низкого давлений.
2. Схемы водоснабжения для промышленных предприятий и населенных пунктов.
3. Расход воды на наружное пожаротушение для населенных пунктов и промышленных предприятий.

#### **4.5 Семинарское занятие 5 (С-7) Водопроводные сооружения.**

1. Запасные и регулирующие ёмкости.
2. Резервуары: назначение, устройство и оборудование.
3. Водонапорные башни, гидроколонны, баки и пневматические установки: назначение, устройство и оборудование.

#### **4.6 Семинарское занятие 6 (С-8) Насосные станции второго подъёма.**

1. Насосные станции второго подъёма: назначение, классификация, оборудование, схемы, работа до пожара и при пожаре.
2. Требования СНиП, предъявляемые к насосным станциям.
3. Объемно-планировочные и конструктивные решения помещений для размещения насосов и предъявляемые к ним требования.

#### **4.7 Семинарское занятие 7 (С-9, С-10) Наружная водопроводная сеть.**

1. Наружная водопроводная сеть: назначение и виды.
2. Требования СНиП к сетям противопожарных водопроводов.
3. Арматура наружной водопроводной сети: запорно-регулирующая, предохранительная и водоразборная.
4. Устройство, работа и требования СНиП к размещению наружной водопроводной сети.

#### **4.8 Семинарское занятие 8 (С-11, С-12) Требования к пожарным кранам и шкафам.**

1. Пожарные краны: размещение, оборудование и расстановка.
2. Требования к пожарным кранам и шкафам «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» (№ 123 - ФЗ) и других нормативных документов.

3. Методы определения требуемого и фактического напоров у внутреннего пожарного крана.

**4.9 Семинарское занятие 9 (С-13, С-14) Противопожарное водоснабжение высотных зданий и зданий с массовым пребыванием людей.**

1. Требования СНиП к внутренним противопожарным водопроводам высотных зданий.

2. Особенности противопожарного водоснабжения зданий с массовым пребыванием людей.

3. Насосные станции.

**4.10 Семинарское занятие 10 (С-15, С-16) Искусственные водоисточники противопожарного водоснабжения.**

1. Расчет вместимости водоёмов и правила размещения их на территории населенного пункта или промышленного предприятия с учетом требований СНиП.

2. Гидроизоляция водоемов-копаней, водоемов-резервуаров.

3. Способы забора воды из водоёма пожарной техникой.

4. Прием водоемов в эксплуатацию.

**4.11 Семинарское занятие 11 (С-17, С-18) Обеспечение надежности подачи воды на пожаротушение. Экспертиза проектов и обследование систем противопожарного водоснабжения.**

1. Понятие надежности системы. Обеспечение надежности работы водо-водов. Конструктивные решения.

2. Продолжительность ликвидации аварии.

3. Вероятность безотказной работы.

4. Методики рассмотрения, проверки и испытания наружных и внутренних водопроводов.

5. Оформление результатов испытаний и проверок.