

**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 заочная**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций.....	3
1.1 Лекция 1 Основы гидравлики. Наружное противопожарное водоснабжение.....	3
1.2 Лекция 2 Водопроводное и безводопроводное противопожарное водоснабжение	9
1.3 Лекция 3 Источники водоснабжения.....	19
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).....	24
3. Методические указания по проведению практических занятий (не предусмотрено рабочей программой дисциплины).....	24
4. Методические указания по проведению семинарских занятий	24
4.1 Семинарское занятие 1 Основы гидравлики.....	24
4.2 Семинарское занятие 2 Применение уравнения Бернулли в пожарном деле.....	24
4.3 Семинарское занятие 3 Водопроводные сооружения.....	24
4.4 Семинарское занятие 4 Требования к пожарным кранам и шкафам.....	24
4.5 Семинарское занятие 5 Противопожарное водоснабжение высотных зданий и зданий с массовым пребыванием людей.....	25

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).

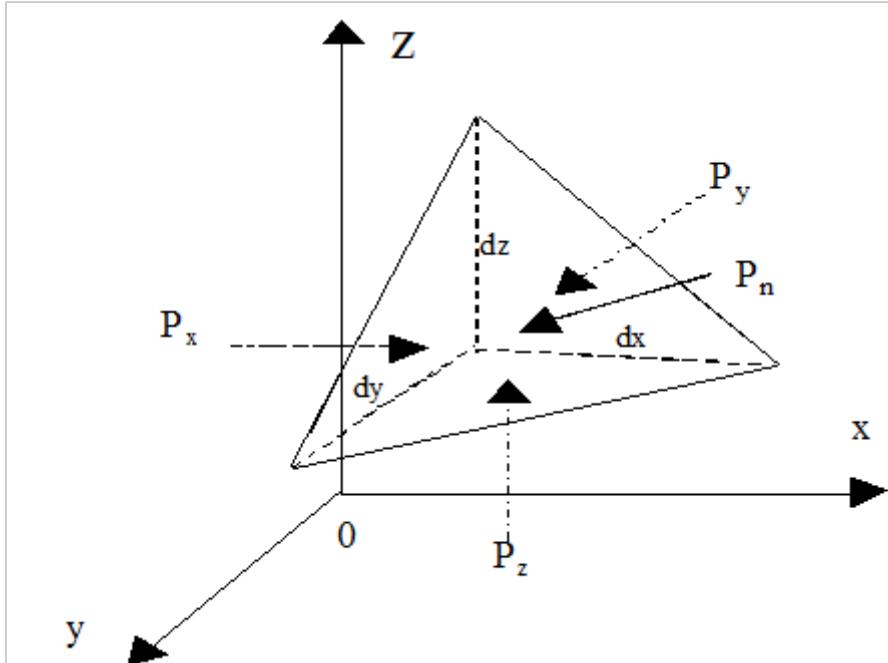


Рис. 2.1

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

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

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

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:

$$\frac{1}{2}dydp_x - p_n dS \cos(\vec{n}, \vec{x}) + \frac{1}{6}dxdydz\rho X = 0$$

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

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

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

Будем иметь

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

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 сжатии 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.

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

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

1 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 $x = u \cdot t$. При этом через трубку пройдёт объём жидкости $V = S \cdot x$. Объёмная

скорость жидкости Q при этом будет равна $Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot x}{t}$. Но $\frac{x}{t} = u$, поэтому

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

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 ($S \approx 4$ см²). По мере ветвления артериальных сосудов суммарная площадь их сечения увеличивается. Наибольшая суммарная площадь поперечного сечения приходится на уровень капилляров (≈ 11000 см², хотя обычно кровь течет всего через 3000 см², 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 мм/с и 0,5-1 м/с, соответственно).

4. Общее понятие об уравнении Бернулли.

В реальных потоках жидкости присутствуют силы вязкого трения. В результате слои жидкости трутся 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 Нпотока в направлении движения потока становится меньше. Если рассмотреть два соседних сечения 1-1 и 2-2, то потери гидродинамического напора Δh 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,

Δh - 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 **α** 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 Бернуlli 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

$\alpha \frac{V^2}{2g} = \text{const}$,

случае равномерного движения, когда скоростной напор 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 $av^2 / (2g) = \text{const}$. 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 : Водопроводное и безводопроводное противопожарное водоснабжение

1.2.1 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.

1.2.2 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 хозяйствственно-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.

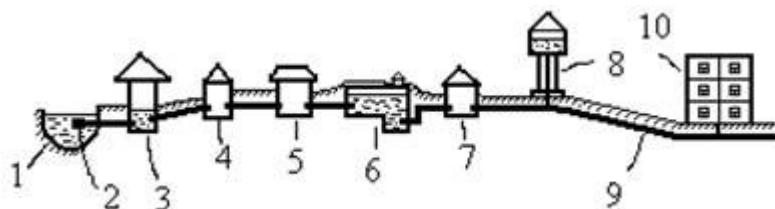


Рисунок 1.1. Схема водоснабжения из поверхностных вод.

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;

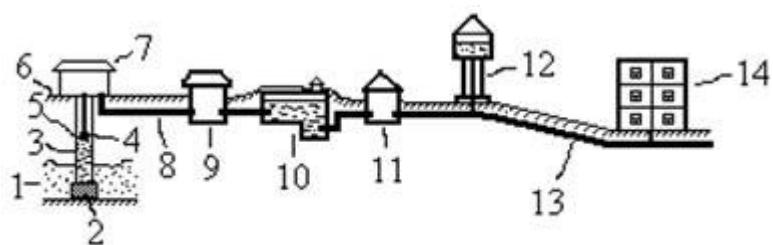


Рисунок 1.2. Схема водоснабжения из подземных источников.

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 оборотного 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 и второго 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.

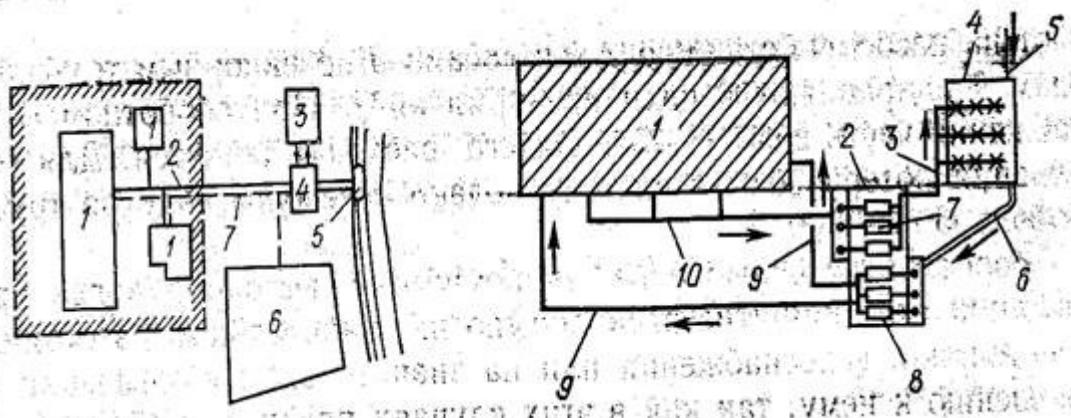


Рис. 1.3. Схема прямоточного водоснабжения промышленного предприятия

Рис. 1.4. Схема оборотного 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).

Таблица 2.1. Примерный расход воды из водопроводных сетей при пожаре

Внутренний диаметр трубы, мм	Расход воды, л/с при максимальном водоразборе	Допустимое	
		при пожаре	число пожарных насосов

	5,4	19,6	
		31,4	
		44,1	1—2
	28,5	79,5	
		122,6	3—4
		176,6	

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 м³ расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода;

зданий промышленного и сельскохозяйственного назначения с

Число жителей в населенном пункте, одновременных пожаров тыс. чел.	Расчетное число до двух этажей	Парход воды на один пожар, л/с	{независимо от степени огнестойкости здания) в зданиях высотой	
			три этажа	и выше
До 1				
Свыше 1 до 5				
» 5 > 10				
» 10 » 25				
» 25 > 50				
» 50 » 100				
» 100 » 200		—		
» 200 » 300		—		

» 300 » 400		—	
» 400 » 500 .		—	
» 500 » 600		—	
» 600 » 700		—	
» 700 » 800		—	
» 800 » 1000		—	

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

складов грубых кормов объемом до 1000 м³ ;

складов минеральных удобрений объемом зданий до 5000 м³;

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 м³, 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. 3 Лекция № 3 (2 часа).

Тема : Источники водоснабжения

1.3.1 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.

1.3.2 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 хозяйственно-питьевым или производственным [водопроводом](#).

Примечания*: 1. Допускается принимать наружное противопожарное водоснабжение из емкостей (резервуаров, водоемов) с учетом требований [п. 9.27](#)

—[9.33](#) для:

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

отдельно стоящих общественных зданий объемом до 1000 м³, расположенных в населенных пунктах, не имеющих кольцевого противопожарного [водопровода](#);

зданий объемом св. 1000 м³ — 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 м³;

складов минеральных удобрений объемом зданий до 5000 м³;

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 м³ и предприятий торговли при площади до 150 м² (за исключением промтоварных магазинов), а также общественных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 250 м³, расположенных в населенных пунктах;

производственных зданий I и II степеней огнестойкости объемом до 1000 м³ (за исключением зданий с металлическими незащищенными или деревянными несущими

конструкциями, а также с полимерным утеплителем объемом до 250 м3) 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 м3;

зданий складов сгораемых материалов и несгораемых материалов в сгораемой упаковке площадью до 50 м2.

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 щерофобным 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 водозaborа — 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 изготавливают 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 при 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 волн 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, обусловливающая 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 зарастании 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.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

(не предусмотрено рабочей программой дисциплины)

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

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.

4.1.1 Краткое содержание вопросов

1. Раздел механики, в котором изучаются равновесие и движение жидкости, а также силовое взаимодействие между жидкостью и обтекаемыми ею телами или ограничивающими ее поверхностями, называется гидромеханикой. Если помимо жидкостей изучают движение газов и обтекание ими тел, то науку называют аэрогидродинамикой.

Гидравлика - это общепрофессиональная дисциплина, изучающая законы покоя и движения жидкостей, законы взаимодействия жидкости с твердыми телами и способы применения этих законов для решения практических задач.

Гидравлика является инженерной наукой, решение практических задач в ней доводится до конкретных результатов. Слово "гидравлика" происходит от сочетания двух греческих слов: *худор* (вода) и *аулос* (труба). В настоящее время это понятие значительно расширилось: гидравлика занимается изучением любой жидкости, движущейся не только в трубах.

В начале своего развития гидравлика представляла собой теоретическую науку – математическую механику жидкости или гидромеханику. Используя сложный математический аппарат и принимая некоторые допущения в отношении физических свойств жидкости, эта наука рассматривает движение жидкости по упрощенным схемам.

Но методы математической гидромеханики не смогли решить целый ряд практических задач. Поэтому стала развиваться практическая наука – техническая механика жидкости, решающая инженерные задачи методом упрощения гидравлических явлений, но с введением в теоретические уравнения поправочных коэффициентов, полученных в результате эксперимента.

В настоящее время приходится сталкиваться с задачами, при решении которых одновременно используются методы как теоретической, так и технической гидромеханики. Поэтому различие в методах этих двух ветвей одной и той же науки постепенно исчезает. Современная гидравлика – это самостоятельная, сформировавшаяся прикладная отрасль знаний, находящая применение в различных областях техники, в том числе для расчета гидротехнических сооружений, гидравлических приводов и других механизмов.

Гидравлика находит широкое применение и в военном деле. Это объясняется, в частности, тем, что в различных машинах вооружения и военной техники (ВВТ) широко используются основные преимущества гидравлических систем и приводов: малый вес и габаритные размеры агрегатов, высокая надежность и быстродействие, дешевизна рабочего тела, малая энергия, широкий диапазон бесступенчатого регулирования выходных скоростей при сравнительно высоких коэффициентах полезного действия.

Наряду с гидроприводами на машинах находят широкое применение и пневмоприводы, в которых в качестве рабочего тела используется газ, чаще всего воздух. Несмотря на ряд недостатков по сравнению с гидроприводами, пневмоприводы с успехом применяют в тех случаях, когда наибольшее значение приобретают их преимущества (большая скорость потоков сжатого воздуха в пневмолиниях, пожаробезопасность, экологичность и др.).

2. 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.

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. 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.

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

$$v = \frac{x}{t} \quad [].$$

где x – координата частицы (при равномерном движении можно написать). 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**.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \left[\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right] \quad (2)$$

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.

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

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

4.2.1 Краткое содержание вопросов

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

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

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

λ – коэффициент гидравлического трения;

l – длина трубопровода, м;

d – диаметр трубы, м;

V – средняя скорость движения жидкости, м/с.

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

При ламинарном режиме λ определяется по формуле Пуазейля-Стокса:

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

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

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

Для гидравлических шероховатых труб λ 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 λ 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 λ можно определить по формуле Ф.А. Шевелева:

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

Ориентировочные значения абсолютной шероховатости λ 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, м³/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 м³/с.

$$AL = S.$$

Учитывая, что

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.

$$h_p = n S_p Q^2,$$

$$(3.11)$$

где h_p – потери напора в рукавной линии, м;

4.3 Семинарское занятие 3 (С-3) 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.

4.3.1 Краткое содержание вопросов

1. В настоящее время повышение капиталовложений в строительство предусматривается за счёт дальнейшей индустриализации строительного производства, последовательного превращения его в единый промышленно-строительный процесс возведения объектов из элементов заводского изготовления и повышения производительности труда на 21 – 23%.

При строительстве предприятий нефтяной, химической, пищевой, металлургической промышленности, а также объектов по производству минеральных удобрений и агропромышленного комплекса значительный объём составляют работы по изготовлению и монтажу технологических трубопроводов.

Технологические трубопроводы – одно из наиболее ответственных и металлоёмких сооружений любого промышленного объекта. В общем объёме монтажных работ стоимость монтажа технологических трубопроводов достигает 65%. Конструкции технологических трубопроводов в связи с расширением единичной мощности строящихся объектов год от года делаются всё более сложными за счёт увеличения рабочих параметров транспортируемого вещества и роста диаметров трубопроводов.

Для сооружения технологических трубопроводов, особенно в химической и пищевой промышленности, всё шире используются трубы из полимерных материалов. Увеличение объёмов и области применения указанных труб объясняется их высокой коррозионной стойкостью, меньшей массой, технологичностью обработки и сварки, низкой теплопроводностью и, как следствие, меньшими затратами на теплоизоляцию.

В последние годы в широких масштабах внедряются индустриальные методы производства трубопроводных работ, что обеспечивает на 40% повышение производительности труда и в 3-4 раза снижает объём работ, выполняемых непосредственно на монтажной площадке, при этом сроки монтажа трубопроводов сокращаются в три раза. Сущность индустриализации трубопроводных работ заключается в перенесении всех трубозаготовительных работ в заводские условия, имея в виду превратить строительное производство в комплексно-механизированный процесс монтажа объектов из готовых узлов и блоков заводского изготовления.

Запасные и регулирующие ёмкости.

Используемые в системах водообеспечения ёмкости классифицируют по функциональному назначению, способу отвода воды из них и конструкции. По функциональному признаку их делят на регулирующие, запасные и запасно-регулирующие (объединяющие в одном сооружении обе функции). По способу отбора воды из них классифицируют на безнапорные (пассивные), из которых вода забирается насосами, и напорные (активные), обеспечивающие давление, необходимое для непосредственной подачи воды в распределительную сеть. По конструктивным признакам напорные емкости подразделяют на водонапорные башни, напорные резервуары, водонапорные колонны и пневматические водонапорные установки.

2. Используемые в системах водоснабжения резервуары различают не только по функциональному назначению и по высоте размещения (напорные и безнапорные, подземные и наземные), но и по форме в плане (круглые, прямоугольные), по материалу (железобетонные, бетонные, бутобетонные, стальные). По функциональному назначению помимо регулирующих запасных и запасно-регулирующих резервуары бывают

противопожарные, а также резервуары, функционирующие как водонапорные башни или банки пневматических установок.

Регулирующие резервуары обеспечивают более равномерную работу насосных станций, так как ликвидируется подача пиковых расходов, уменьшаются диаметры (следовательно, и стоимость) водоводов и транзитных магистралей сети. Наиболее часто их выполняют напорными, нередко они служат и для хранения пожарных и аварийных запасов воды. Правильное определение размеров регулирующих резервуаров, их количества и места размещения в схеме водоснабжения объекта имеет большое практическое и экономическое значение.

Запасные резервуары (обычно безнапорные) повышают надежность систем водоснабжения. Их используют как резервуары чистой воды при водоочистных сооружениях водопроводов, а также в качестве пожарных и аварийных ёмкостей.

Противопожарные резервуары предусматривают на промышленных объектах и в системах водопроводов, где хранят необходимый противопожарный запас воды.

Резервуары, применяемые в системах водоснабжения, в зависимости от назначения должны иметь регулирующий, аварийный, пожарный и контактный объёмы воды. При проектировании для правильного определения размеров необходим тщательный технико-экономический анализ системы водоснабжения и намечаемого режима её работы.

Регулирующий объём воды в резервуарах, баках водонапорных башен определяют, руководствуясь графиками поступления и отбора воды. В резервуарах чистой воды на водоочистных комплексах необходимо предусматривать дополнительный объём воды на промывку фильтров.

Пожарный объём воды в резервуарах определяют из условия обеспечения: пожаротушения из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов, спринклерных и дренчерных установок, не имеющих резервуаров; максимальных хозяйствственно-питьевых и производственных нужд на весь период пожаротушения. В баках водонапорных башен должен предусматриваться пожарный объём воды на десятиминутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожаров при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды.

При подаче воды на объект по одному водоводу в резервуарах необходимо предусматривать: аварийный объём воды, гарантирующий (в течение времени ликвидации аварии на водоводе) расход воды на хозяйствственно-питьевые нужды в размере 70% расчетного водопотребления и производственные нужды по аварийному графику; дополнительный объём воды на пожаротушение в размере, определяемом согласно СНиП. Восстановление аварийного объёма воды должно быть произведено в течение 36–48ч путем использования резервных насосов или за счет снижения водопотребления.

В резервуарах перед насосными станциями подкачки или обратного водоснабжения, работающими равномерно, объём воды следует принимать из расчета 5 – 10-минутной подачи большего насоса. В резервуарах для питьевой воды обмен аварийного и пожарного объёмов воды должен производиться в срок не более 48ч. Контактный объём воды предусматривают для обеспечения не менее 30-минутного контакта воды с реагентами (обычно с хлором). Его допускается уменьшать на величину пожарного и аварийного объёмов при их наличии. Резервуары и их оборудование необходимо защищать от замерзания воды.

В системах водоснабжения наиболее широко распространены железобетонные круглые сборные или монолитные резервуары. Круглые железобетонные резервуары по сравнению с прямоугольными более экономичные, трещиностойкие, менее подвержены температурным и сейсмическим воздействиям и неравномерным осадкам. Круглые монолитные железобетонные резервуары сооружают объёмом 50 – 2000м³, диаметром 4,7–25,4м и высотой 3,5–4,5м. Круглые сборные железобетонные резервуары устраивают объёмом 50–3000м³, прямоугольные – 50–20000м³. Резервуары могут иметь габаритные размеры: круглые – диаметр 6–30м и высоту 1,8–4,8м; прямоугольные – от 3,6x3,6 до 6x4,8м. Для небольших систем водоснабжения значительное распространение получили железобетонные резервуары цилиндрической формы с купольными перекрытиями объёмом до 600м³. В условиях умеренного климата резервуары этого типа заглубляют в грунт до половины высоты и обсыпают грунтом слоем около 1м в целях теплоизоляции верхней части и перекрытия. Дно резервуара устраивают с уклоном 0,01 к приямку. Для резервуаров объемом более 600м³ предусматривают плоское перекрытие с уклоном 0,01 для атмосферных вод.

Признано более экономичным устройство плоского безбалочного перекрытия для цилиндрических резервуаров всех размеров. При вместимости резервуара более 50м³ перекрытие поддерживается колоннами. При объёме более 2000м³ целесообразно как по расходу материала, так и по площади застройки устраивать резервуары прямоугольной в плане формы с плоскими балочными или безбалочными перекрытиями.

В строительстве резервуаров широко применяется сборный предварительно напряженный железобетон. Предварительное напряжение бетона создает в нем сжимающие усилия, что обеспечивает герметичность резервуаров при значительных эксплуатационных нагрузках на сооружения. В качестве готовых сборных деталей используются колонны, балки, плиты, а также панели различных конструкций, составляющие стенки резервуаров. Такие резервуары имеют те же объёмы, что и типовые резервуары из монолитного железобетона, – от 50 до 20000м³. Внутренняя поверхность резервуаров, используемых для хранения питьевой воды, должна быть оштукатурена и зажелезнена или покрыта полимерными пастами. В резервуарах хозяйственно-питьевого назначения должны быть обеспечены циркуляция воды и обмен всей воды в течение не менее 5 суток. Они должны быть оборудованы вентиляционными трубами с задвижками, снабженными сетками или специальными фильтрами.

3. Водонапорные башни необходимы для регулирования режима работы насосной станции II подъема в соответствии с режимом водопотребления. При значительной неравномерности во-допотребления практически трудно (либо невыгодно) достигнуть совпадения потребления и подачи воды.

Регулирующий объем водонапорной башни определяют по совмещенным ступенчатым или интегральным графикам работы насосов и водопотребления. Дополнительно объем бака башни должен содержать противопожарный запас, рассчитанный для населенных пунктов на тушение одного внутреннего и одного наружного пожара в течение 10 мин, а для промышленных предприятий - на тушение только одного внутреннего пожара. Иногда в водонапорной башне содержится и аварийный запас воды.

Регулирующий объем бака определяют по максимальному остатку в нем воды. Как видно из таблицы, регулирующий объем бака при ступенчатой работе насосов равен 5,2 %, а при равномерной работе - 19,16 %, т. е. при ступенчатой работе насосов можно значительно сократить объем бака.

Графический расчет выполняют путем построения интегральной кривой водопотребления и графика подачи воды насосами. Регулирующий объем бака равен сумме наибольших разностей ординат между кривыми 1 и 2. При равномерной работе насосов эта сумма

составляет $13,02 + 6,14 = 19,16\%$ суточного расхода.

Водонапорная башня состоит из резервуара или бака и поддерживающей конструкции (ствола). В районах с суровым климатом вокруг бака устраивают шатер. Существуют несколько схем подающих и отводящих труб водонапорной башни.

Онце трубы установлен поплавковый клапан для автоматического закрытия подающей трубы при наполнении бака. Из бака вода отводится по трубам. Труба оборудована обратным клапаном, препятствующим поступлению по ней воды в бак. Конец трубы с сеткой расположен на некоторой высоте над дном с тем, чтобы не происходило засасывания осадка, который может скапливаться на дне бака. Задвижка предназначена для отключения водонапорной башни от сети. К переливной трубе с воронкой присоединена грязевая труба с задвижкой, предназначенная для удаления скапливающегося на дне бака осадка и отвода воды при его промывке. При жесткой заделке труб в днище резервуара на стояках трубопроводов устраивают сальниковые компенсаторы.

При такой схеме оборудования водонапорной башни обеспечивается постоянное перемешивание воды в баке, что способствует ее незамерзанию. Для оборудования башни применяют стальные трубы. С целью осмотра бака снаружи и внутри устанавливают лестницы.

Резервуары водонапорных башен, как правило, устанавливают круглой формы в плане. Предпочтительно, чтобы отношение высоты бака башни к ее диаметру было небольшим. В этом случае исключаются значительные колебания напоров в системе при различных режимах и обеспечиваются более благоприятные условия работы насосов.

Резервуары водонапорных башен бывают железобетонными и стальными. Наиболее широко распространены железобетонные резервуары, защита которых от коррозии проще и долговечнее защиты стальных. Все более широкое распространение получает предварительно напряженный железобетон, повышающий однепроницаемость баков. Стальные баки характеризуются меньшей массой, индустриальностью изготовления и монтажа, полной герметичностью. Они широко применяются в зарубежных странах.

Резервуары могут иметь плоское или вогнутое днище. Придание вогнутым днищам полусферической, эллипсоидальной и радиально-конической форм позволяет увеличивать диаметр резервуара (при одном и том же объеме) по сравнению с диаметром резервуара с плоским днищем. Благодаря этому колебания напора могут быть сокращены до минимума. Однако резервуары с вогнутыми днищами сложнее в изготовлении. В нашей стране наиболее широко применяют резервуары с плоским и полусферическим вогнутым днищами.

При наличии опасности замерзания воды в резервуаре вокруг него устраивают шатер, который в зависимости от конструкции водонапорной башни выполняется из железобетона, кирпича или дерева. Для предотвращения замерзания возможно применение электрообогрева.

В башнях большой вместимости при наличии обмена воды относительно высокой температурой шатры могут отсутствовать даже в суровых климатических условиях. Бесшатровые металлические башни бывают как с теплоизоляцией, так и без нее.

Сверху резервуар башни перекрывается. Перекрытие (крыша) обеспечивает его жесткость и служит для защиты от температурных колебаний и загрязнений.

Поддерживающие конструкции водонапорных башен выполняют из железобетона, металла и кирпича в виде сплошной стенки или колонн, имеющих различное архитектурное оформление. Наиболее распространены конструкции из железобетона. Внутреннее пространство, образуемое поддерживающими конструкциями, может использоваться для технических и общественных целей, но при условии исключения какого-либо воздействия на качество воды, находящейся в резервуаре.

Водонапорные башни могут быть выполнены также из кирпича и дерева. Деревянные водонапорные башни применяют в основном на временных водопроводах.

Башни оборудуют сигнализацией, передающей показания уровня воды на насосную станцию или диспетчерский пункт водопроводного хозяйства.

В [системах водоснабжения](#) небольших объектов иногда применяют гидропневматические установки. Они выполняют роль водонапорной башни. Требуемый напор в них создается давлением сжатого воздуха.

Эти установки бывают переменного и постоянного давления. Схема установки переменного давления показана на. В часы минимального водопотребления, когда подача воды насосами, забирающими воду из резервуара, превышает водозабор, избыток воды поступает в водовоздушный бак. При этом повышается уровень воды и увеличивается давление воздуха вследствие его сжатия. При достижении максимального уровня в баке, реле давления размыкает цепь питания катушки магнитного пускателя и электродвигатель насоса отключается от питающей его электросети. С этого момента подача воды в водовод осуществляется от гидропневматического бака под давлением сжатого воздуха P_{max} . В процессе сработки уровня воды давление в баке снижается. При достижении уровня, давление в баке снизится до P_{min} . В этот момент реле включает электродвигатели насосов. Рабочий цикл установки повторяется. Минимальное давление P_{min} назначается из условия обеспечения требуемого свободного напора в диктующей точке водоразбора. Во все остальные моменты, когда $P > P_{min}$ свободный напор в этой точке будет выше требуемого.

Регулирующий объем водовоздушного бака, определяется путем совмещения графиков подачи и потребления воды. Существует схема таких установок с двумя баками, один из которых предназначен для воды, а другой - для сжатого воздуха. Они соединены друг с другом [трубопроводом](#). Эти установки рассчитаны на большую производительность.

В гидропневматических установках переменного давления насосы должны работать в широком диапазоне характеристики Q-n. в процессе эксплуатации определенная часть воздуха, находящегося в баке, растворяется в воде, вытекает через неплотности. Для поддержания давления воздуха в баке установка оборудуется компрессором.

Установки постоянного давления позволяют с помощью регулятора давления поддерживать постоянное давление воздуха в гидропневматическом баке и тем самым обеспечивать постоянство расхода и давления у потребителя. Эти установки несколько сложнее описанных выше. Они могут применяться в системах пожаротушения и промышленного водоснабжения, если изменение напора приводит к недопустимым колебаниям расходов воды.

4.4 Семинарское занятие 4 (С-4) 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.

4.4.1 Краткое содержание вопросов

1. Пожарный кран принято относить к простейшему пожарному оборудованию, эффективному на ранних стадиях тушения пожаров. ГОСТ на внутренние ПК предписывает установку узла в следующих типах здания:
Жилых.
Административных.
Хозяйственных и промышленных.
Бытовых.

Подключение ПК осуществляется к водопроводной сети или [пожарному гидранту](#). Поэтому, устройство служит для регулирования процесса подачи струи и ее давления. Расчет количества кранов проводится в зависимости от типа и назначения здания, наличия

эвакуационных и пожарных выходов.

Существуют специально продуманные нормы установки, оговаривающие высоту ПК от пола, радиус действия и другие аспекты эксплуатации. К примеру, требования ППБ оговаривают приведение в действие узла с помощью двух человек. Первый должен держать рукав, в то время как второй открывает отсекающий вентиль.

НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПК

Техническое обслуживание пожарных кранов, а также общие требования относительно установки и эксплуатации изложены в РД 153-34.0-49.101-2003. В частности отмечается необходимость в следующем:

Места установки должны хорошо отапливаться. Допускается установка на лестничных клетках, коридорах, путях эвакуации при условии наличия в помещении отопления.

Рабочее давление ПК рассчитывается по минимальной величине 1 МПа. При пуске струи, напор у ПК не должен вызывать гидравлический удар опасный для обслуживающего персонала.

ПК размещают в [пожарном шкафу](#). Обязательно обозначение крана на схеме путей эвакуации. Сотрудники компании должны быть хорошо знакомы с местонахождением шкафа и уметь воспользоваться средством первичного пожаротушения на практике.

Пожарный кран для первичного внутrikвартирного пожаротушения должен проходить регулярную проверку на водоотдачу. Для этого используется специальный прибор проверки (стенд). Гидротестер можно сделать из подручных средств. Засекается время заполнения емкости водой из ПК.

В ПК должно быть давление не менее 10кгс/см². Возможный напор воды определяется с помощью манометра установленного в пожарном шкафу.

В технических документах и плане здания указывается не только размещение пожарных шкафов и ПК. Для приемки пожарным инспектором необходимо указать код ОКВЭД для установки кранов.

ПРОВЕРКА ПК

Помимо испытаний на стендах необходимо проводить ВПВ два раза в год. Методика испытаний на водоотдачу заключается в следующем:

Испытания проводятся в период наименьшего напора воды в здании.

Одновременно включается большое количество пожарных кранов. Их число указывается в СНиП 2.04.01-85.

Расход диктуемого ПК является определяющим, и он указывается в нормативных документах. Обычно показания берутся у самого высшего или удаленного пожарного крана.

Испытание считается успешным, если давление клапана, расход воды и высота компактной струи соответствуют минимальным показателям.

Расчет диафрагмы перед ПК проводится в зависимости от защищаемого здания и может соответствовать одному из типоразмеров 13, 16 или 19 мм. Требования регламентируются в НПБ 177-99. Диафрагма для пожарного крана с центральным отверстием должна создавать необходимый напор струи при тушении.

Периодичность проверки технического состояния внутренних ПК определяется самостоятельно, но не реже двух раз в год при отсутствии заморозков.

ПРАВИЛА УСТАНОВКИ ПК

Чтобы определить оптимальное количество пожарных кранов учитываются следующие факторы:

Радиус действия ПК - напора струи должно быть достаточно, чтобы достать до пожароопасной зоны и быть в состоянии потушить пожар в помещении.

Высота установки пожарного крана от пола составляет 1,35 м. Допускается монтаж второго ПК не ниже 80 см. Установка спаренного крана не противоречит нормам ППБ при условии достаточного давления в трубопроводе при одновременном открытии вентилей.

Расстояние между кранами высчитывается по соотношению высоты компактной струи, высоты расположения ПК от пола и расстояния до потолка.

Требуется поместить обозначение крана на схеме. В месте размещения обязательно установить световое табло, включающееся в случае пожара или работающее постоянно.

Правила установки в помещениях оговариваются ФЗ №123 и соответствующими ППБ.

Оговариваются требования к содержанию пожарных шкафов и соответственно гидрантов и кранов. Устройство внутреннего ПК включает обязательное наличие: вентиля, пожарного рукава. Дополнительно в шкафчике может размещаться огнетушитель и средства индивидуальной защиты.

Правила пользования и эксплуатации вывешиваются на дверце ящика. Ответственный за ПБ проводит регулярный инструктаж.

2. ГОСТ и СНиП предусматривает хранение средств пожаротушения в специальном защитном кожухе - ШПК. Существует несколько моделей ящиков отличающихся конструкцией и функциональными дополнительными возможностями. Можно условно разделить все модели на следующие группы:

По типу установки - напольные ШПК устанавливаются непосредственно на половое покрытие. Шкафы могут встраиваться в ниши или прислоняться к стене. Также существуют навесные варианты.

По типу материала - конструкция ящика напоминает обычный короб с открывающимися дверками. Металлические ШПК изготавливаются из сплавов алюминия. Если применяется сталь, то ее толщина не должна превышать 1,5 мм. НПБ допускает установку пластиковых ШПК или деревянных конструкций обработанных огнезащитой. Обязательным является изготовление вентиляционных отверстий с торцевой стороны корпуса как минимум 6 шт.

По функциональному назначению - предусмотрены пожарные шкафы для спаренных пожарных кранов. Как правило, спаренные имеют две открывающиеся дверки. Расположение пожарного крана в шкафу в таком случае, регламентируется СП 10.13130.2009. На практике это обозначает, что один отвод может находиться над другим. На дверке или самом корпусе могут предусматриваться специальные ниши для хранения противопожарного инструмента, огнетушителя или ключей. Пожарный шкаф с двумя кранами обычно не имеет дополнительных приспособлений, но может укомплектовываться стеклянными дверками.

Тип замка. Шкаф должен запираться. Для этого используют либо шифровальный, либо почтовый замок. В некоторых случаях ключи помещают в специальный отсек со стеклянной дверкой. Рядом вывешивают молоток. В случае пожара разбивают стекло и достают ключи от ШПК.

В требованиях ППБ и СНиП не указаны нормы высоты установки ШПК. Зато ясно прописываются расстояния до пола предусмотренные для пожарных гидрантов. Исходя из этого, можно высчитать на какой высоте будут монтироваться типовые шкафчики на один или два крана. В особенности проектирования расположения ШПК включается следующее:

Шкаф, устанавливаемый на путях эвакуации не должен преграждать проход и мешать свободному продвижению персонала и посетителей.

Одновременно нормы запрещают загромождение ШПК. К нему должен быть свободный доступ. Рекомендовано использовать наклейки на шкаф с короткой инструкцией действий в случае возникновения пожара.

Высота размещения. Пожарные краны размещают в шкафчиках на высоте указанной в СНиП 2.04.01-85. Прописанная в постановлении норма указывает на расстояние 1,35 м от уровня пола. Размещение пожарного крана снаружи шкафа запрещается.

Нормы установки позволяют использовать один ШПК для двух гидрантов. Отводы располагаются вертикально. Расстояние от пола до второму гидранту не менее 1 м. Два пожарных крана в одном шкафу размещаются согласно СП 10.13130.2009 п.4.1.13.

Размеры шкафчика по ГОСТу 12.2.037. Длина и ширина регулируется типом помещения, в котором выполняется мероприятие по противопожарной безопасности. Для многоквартирных домов применяются малогабаритные ШПК с одной дверкой. На корпусе обязательно должно присутствовать условное обозначение кранов на шкафах ПГ (пожарный гидрант).

Для спаренных пожарных кранов используются вместительные конструкции с двумя дверками. Для экономии места вентиль может размещаться вне корпуса. Но, клапан пожарного крана должен находиться в шкафчике.

Установка ШПК проводится с опломбировкой гидранта. Шкафчик оформляется таким образом, чтобы его было легко увидеть в случае пожара. Грубым нарушением является установка громоздкой конструкции, в месте, ограничивающем свободное движение по эвакуационному коридору. Шкафчики для внутренних пожарных кранов должны иметь достаточную вместимость, чтобы поместить огнетушитель.

СНиП по установке позволяет установить отсекающий кран вне ШПК. Вентиль вне пожарного шкафа опломбирован. Эксплуатация оборудования, внутреннего крана, системы пожаротушения не должна вызывать сложностей.

В комплект могут включаться специальные наклейки и предупреждающие надписи для наклеивания на шкафах. Расположение световых указателей обязательно для всех зданий с высокой интенсивностью скопления людей: торговых и развлекательных центров, театров и т.д.

Установка крана в шкафчике должна учитывать необходимость размещения дополнительных средств пожаротушения. Встроенный шкафчик устанавливают в отапливаемых помещениях на: лестничных клетках, вестибюлях, проходах и на всем пути следования к эвакуационному выходу. Если используется дистанционная система управляющая пуском насосов, выключатели устанавливаются рядом с конструкцией. Шкафчик пожарного крана ШПК обязательно пломбируется.

3. Напор в наружной водопроводной сети устанавливают с учетом высоты или этажности зданий. При определении необходимого напора в расчет принимаются здания с этажностью, преобладающей в данном районе, и не принимаются единичные высотные здания.

Минимальный свободный напор над поверхностью земли в наружной сети хозяйствственно-питьевого водопровода составляет не менее 10 м для одноэтажных зданий, а при большей этажности на каждый этаж необходимо добавлять 4 м. Свободный напор воды у внутренних пожарных кранов должен обеспечивать получение компактных пожарных струй, необходимых для тушения пожара на самой высокой и удаленной части

помещения. Минимальный радиус действия компактной части струи в зданиях высотой до 50 м принимается не менее 6 м.

Зная радиус действия компактной части струи по таблицам 10, 11, можно определить напор у внутренних пожарных кранов.

Напоры, необходимые для наружного пожаротушения, зависят от принятой системы водопровода – высокого или низкого давления.

В сети пожарного водопровода низкого давления свободный напор (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее 10 м. Это обусловлено тем, что при обычных расходах воды, забираемых от сети насосами, потери напора во всасывающих руках близки к 10 м, вследствие чего при снижении напора в водопроводе нормальная работа насосов может нарушиться.

При расчете наружной водопроводной сети минимальный свободный напор в 10 м должен приниматься у наиболее удаленного или высоко расположенного по рельефу местности гидранта. Необходимый напор в наружной водопроводной сети у расчетного гидранта $H_{\text{с}}$ складывается (рис. 18) из напора на уровне поверхности земли $H_{\text{св}}$, потерь напора в гидранте и пожарной колонке $h_{\text{гк}}$ (при расчетном пожарном расходе воды) и геометрической высоты подъема воды z (от оси водопроводной трубы до поверхности земли):

$$H_{\text{с}} = H_{\text{св}} + h_{\text{гк}} + z \quad , \text{м. (72)}$$

Потери напора в гидранте и пожарной колонке могут быть определены по формуле:

$$h_{\text{гк}} = s_{\text{гк}} \cdot Q^2 \quad , \text{м, (73)}$$

где $s_{\text{гк}}$ – сопротивление гидранта и колонки.

Пропускная способность в гидранте пожарной колонки Q равна 30–40 л/с. Такую же максимальную подачу имеют и пожарные автонасосы, забирающие воду из наружной водопроводной сети.

Тогда:

$$h_{\text{гк}} = 0,0051 \cdot 30^2 = 4,59 \quad \text{м;}$$

$$h_{\text{гк}} = 0,0051 \cdot 40^2 = 8,16 \quad \text{м.}$$

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

$$H_{\text{св}} = 10 + 5 + 2,5 = 17,5 \quad \text{м.}$$

Только при этом условии свободный напор на поверхности земли (на головке пожарной колонки) будет равен: $H_{\text{св}} = 10$ м.

При водопроводе высокого давления тушение пожара производится непосредственно от гидрантов наружной водопроводной сети. В этом случае на гидрант устанавливается пожарная колонка, к которой присоединяются пожарные рукава

4.5 Семинарское занятие 5 (С-5) 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.

4.5.1 Краткое содержание вопросов

1. Как правило, внутренний водопровод зданий и сооружений является многофункциональным: хозяйственно-питьевым и внутренним противопожарным. Системы внутреннего противопожарного водопровода и автоматического пожаротушения, как правило, должны быть раздельными.

Кольцевание водопроводных сетей внутреннего противопожарного водопровода должно производиться по вертикальным стоякам.

Для обеспечения сменности воды необходимо предусмотреть кольцевание противопожарных стояков с одним или несколькими водоразборными стояками с установленной запорной арматурой.

Внутренние водопроводные сети внутреннего противопожарного водопровода высотных зданий должны быть разделены на отдельные высотные зоны; водоснабжение отдельных высотных зон может осуществляться по двум схемам:

подача воды по параллельной схеме трубопроводов насосами, установленными внизу здания;

подача воды по последовательной схеме из зоны в зону насосами, размещенными на различных уровнях (этажах).

Допускается организация последовательного водоснабжения по 2-зонной схеме: насосы подают воду в верхний водонапорный бак, а из него вода поступает в нижний водонапорный бак.

В тех случаях, когда это представляется возможным, стояки с раздельной системой противопожарного водопровода целесообразно соединить через запорную арматуру (нормально закрытую) с другими системами водопроводов.

В последовательной схеме водоснабжения водонапорные баки всех зон, кроме верхней, должны служить не только регулирующим резервуаром своей зоны, но и источником питания выше расположенной зоны.

Для снижения давления до необходимого для нормальной работы внутреннего противопожарного водопровода сети на линии, соединяющей хозяйствственно-питьевую и внутреннюю противопожарную сети данной зоны, должны быть установлены регуляторы давления (после себя).

Водонапорный бак в зонной системе может служить как для хозяйствственно-питьевых, так и для внутренних противопожарных сетей.

Гидростатическое давление в системе раздельного внутреннего противопожарного водопровода и водопровода АУП на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана или узла управления не должно превышать 0,9 МПа.

Диаметр сухотрубов для подачи воды на крышу здания должен быть не менее 65 мм.

Водопроводные трубы внутреннего противопожарного водопровода высотных зданий должны монтироваться в специальных несгораемых каналах, проходящих через все этажи здания и имеющих входную дверь и перекрытия на каждом этаже.

Поэтажные линии водопровода должны быть доступны для осмотра.

Водопроводные трубы, прокладываемые по вспомогательным помещениям, а также небольшие участки трубопроводов в зданиях допускается монтировать открытым способом.

Запорную арматуру устанавливают:
на каждом вводе к внутренней сети;
у основания и вверху закольцованных по вертикали стояках;
на кольцевой разводящей сети для обеспечения возможности отключения на ремонт отдельных ее участков (но не более полукольца).

Если расходомер (счетчик воды), устанавливаемый на вводе, не предусмотрен для регистрации расхода воды на противопожарные нужды (через внутренние пожарные краны), то он должен быть запараллелен электрозадвижкой, открывающейся автоматически одновременно с пуском пожарных насосов.

Для электроприемников систем пожарной защиты должна приниматься только I категория надежности электроснабжения; электроснабжение противопожарных устройств должно осуществляться от двух независимых источников с автоматическим

переключением с основного на резервный; в качестве третьего резервного источника электроснабжения следует предусматривать дизельную электростанцию.

2. При планировании боевых действий по тушению пожара следует определить условия, необходимые для выполнения основной боевой задачи. Основная боевая задача есть спасение людей в случае угрозы их жизни, достижение локализации и ликвидации пожара в сроки и в размерах, определяемых возможностями привлеченных к его тушению сил и средств пожарной охраны. Таким образом, для формализации условий выполнения основной боевой задачи необходимо установить взаимосвязь между возможностями пожарных подразделений и пространственно-временными параметрами пожара.

Для тушения пожаров на объектах с массовым пребыванием людей, как правило, задействуется значительное количество сил и средств. Число и назначение оперативных отделений, привлекаемых к тушению пожара на объекте, определяется расписанием выезда подразделений гарнизона. Число боевых позиций стволовщиков, создаваемых на пожаре, зависит от численности боевых расчетов оперативных отделений, типов стволов и условий ведения боевых действий. Расходы воды, используемые для тушения пожара, лимитируются водоснабжением объекта.

В пожарной тактике формальным условием локализации пожара принято считать выполнение неравенств

$$Q_{\phi} \geq Q_{mp}$$

$$I_{\phi} \geq I_{mp}$$

Первое неравенство характеризует необходимое условие локализации, при котором фактический расход воды Q_{ϕ} , подаваемый на тушение пожара, превышает требуемый расход. Достаточное условие второго неравенства заключается в том, чтобы огнетушащее вещество поступало в зону горения с фактической интенсивностью превышающей нормативную интенсивность подачи огнетушащих веществ. Для практической реализации второго неравенства число боевых позиций стволовщиков и места их размещения на пожаре должны быть определены с таким расчетом, чтобы подаваемое огнетушащее вещество равномерно распределялось по всей поверхности зоны горения.

3. Насосы предназначаются для подъема и перемещения жидкостей. Насосы бывают различных типов и конструкций. В практике водопроводно – канализационного хозяйства наибольшее применении нашли поршневые и центробежные насосы. Для подъема подземных вод применяют специальные водоподъемники (эжекторы, эрлифты).

Насосы должны подавать воду потребителю не только в требуемом количестве, но и под требуемым напором. Этот напор определяют по формуле

$$H_{tr} = H_r + \Sigma h_{np} + \Sigma \xi_m + h_{fr}$$

H_r – геометрическая высота расположения места излива от оси насосов второго подъема; Σh_{np} – потери напора в трубах; $\Sigma \xi_m$ – местные сопротивления в фасонных частях и арматуре; h_{fr} – свободный напор, который необходимо обеспечивать у водоразборных приборов.

Если учесть высоту всасывания, потери напора во всасывающих и напорных трубопроводах, а также разницу отметок земли насосной станции и наиболее высоко расположенного здания (расчет точки), то можно определить полную высоту подъема воды насосами.

Поршневые насосы состоят из цилиндра с приемной камерой, в которой имеются два отверстия, перекачиваемые клапанами (всасывающий и нагнетательный)

К нижнему фланцу камеры присоединяется всасывающая труба, а к верхней части камеры присоединяется нагнетательная труба. Действие насоса заключается в

следующем: при передвижении поршня слева направо в приемной камере произойдет разрежение воздуха и в неё под давлением атмосферы будет поступать вода из источника, предварительно пройдя через водоприемную сетку и всасывающую трубу. Время заполнения водой цилиндра называется периодом всасывания.

Этот период продолжается до того времени, когда поршень придет в крайнее положение справа. При обратном движении поршня произойдет увеличения давления на воду и она закроем всасывающий и одновременно откроет нагнетательный клапан и будет вытекать в нагнетательную трубу до того момента, пока поршень придет в свое исходное положение. Время выталкивания воды из цилиндра называется периодом нагнетания.

Центробежные насосыывают следующих типов: одноколесные, многоколесные, горизонтальные и вертикальные в соответствии с расположением рабочего вала; приводные и непосредственно соединенные с валом электромотора; с односторонним и двухсторонним впусками.

Горизонтальный центробежный насос с односторонним впуском (рис б) состоит из улиткообразного корпуса 1, через который проходит вал 2. На валу укрепляется рабочее колесо 3 с лопатками 6. всасывание воды насосом происходит после заполнения водой рабочего колеса и всасывающей трубы 5. Подъем воды в центробежном насосе происходит за счет центробежной силы, развивающейся при вращении рабочего колеса. Под действием этой силы вода сбрасывается с лопаток рабочего колеса и поступает в нагнетательную трубу 4, благодаря чему во внутренней части колеса образуется разряженное пространство. Вода из источника под действием атмосферного давления будет подниматься по всасывающей трубе 5 и заполнять свободное пространство. Таким образом, подача воды центробежными насосами происходит равномерно.