

## **Введение.**

В городах и на промышленных предприятиях расходуют большое количество воды. Ее используют на хозяйственно-питьевые и производственные нужды, а также для пожаротушения. Обеспечение населения водой питьевого качества повышает уровень благоустройства городов, улучшает их санитарное состояние и предохраняет людей от эпидемических заболеваний, распространяющихся через воду.

Для обеспечения городов и промпредприятий водой строят системы водоснабжения - комплекс инженерных сооружений, а также мероприятий, обеспечивающих получение воды из природных источников, ее очистку, транспортирование и подачу потребителям. Система водоснабжения города или промпредприятия состоит из следующих основных элементов:

Водоприемных сооружений,  
насосных станций, подающих воду к очистным сооружениям (насосные станции I подъема) или потребителям (насосные станции II подъема ),  
очистных сооружений,  
башен и резервуаров, накапливающих запасы воды или регулирующих напоры и расходы,  
водопроводов и сети водопроводов, предназначенных для транспортирования воды от сооружения к сооружению или к потребителям.

Водопроводная вода в процессе использования в хозяйственных, производственных и других целях загрязняется и изменяет свои свойства. Такую воду называют сточной.

Сточные воды, образующиеся в городах и на ряде промпредприятий, содержат органические загрязнения, которые способны загнить, и могут служить средой для развития различных микроорганизмов, в том числе патогенных (болезнетворных). Сточные воды предприятий содержат вредные минеральные примеси, химические соединения или токсические вещества.

Для создания благоприятных санитарных условий на территориях городов и промпредприятий сточные воды следует удалять за их пределы, а для исключения загрязнения водоемов сточные воды нужно очищать и обеззараживать. Для этого используют системы канализации. Канализация представляет собой комплекс инженерных сооружений и мероприятий, предназначенных следующих целей:

приема сточных вод в местах образования и транспортирования их к очистным сооружениям,  
очистки и обеззараживания сточных вод,  
утилизации полезных веществ, содержащихся в сточных водах и их осадке,  
выпуска очищенных вод в водоем.

Существуют 2 вида канализации: 1) Выводная и 2) Сплавная.

## **1.Расчет и проектирование внутреннего водопровода.**

### **1.1.Трассировка сети.**

Ввод водопровода в здание включает в себя узел присоединения водопровода к подземной магистрали трубопровод, проложенный от подземной магистрали до здания и водомерный узел на вводе. Отведение от магистрали производится или при помощи тройника, устанавливаемого заранее, или при отсутствии тройника – высверливанием в трубах отверстия с помощью специальных муфт – седелок.

Глубина заложения ввода должна быть не менее глубины промерзания, трубы ввода прокладываются с уклоном 0,002 – 0,005 в сторону подземной магистрали.

При параллельном вводе в здание водопровода, труб теплоснабжения, газопровода, канализации и электрических кабелей необходимо выдерживать в плане определенные расстояния между этими коммуникациями.

В местах пересечения водопроводного ввода с другими водопроводами расстояние между ними по вертикали должно быть – не менее 0,15 м., при пересечении с трубами канализации – не менее 0,4 м., причем во всех случаях ввод должен быть выше труб канализации.

Чтобы возможная осадка стр. конструкций здания не повредила ввода водопровода, между фундаментом здания и трубой оставляется зазор 10 см., заделанной мятой глиной.

Водомерный узел состоит из запорного вентиля (или задвижки), водомера, контрольного крана и запорного вентиля. Запорные вентили до и после водомера необходимы для того, чтобы водомер можно было снять для ремонта или отключить подачу воды во внутреннюю сеть. Контрольный кран нужен для проверки водомера или для спуска воды из внутренней сети.

Горизонтальным трубам придается уклон – 0,002 – 0,005 в сторону от водоразборных точек.

## 1.2. Определение расчетных расходов воды.

Расход на каждом участке водопроводной сети определяется по формуле:

$$q_c = 5 \cdot q_0 \cdot \alpha \quad , \text{ л/с}$$

где  $q_0$  – секундный расход воды водоразборным прибором (арматурой)

$q_0$  - определяется по приложению II СНИП 2.04.01-85.

Для мойки со смесителем - 0,12 л/с

Для умывальника со смесителем - 0,12 л/с

Для ванны - 0,25 л/с

Для унитаза - 0,1 л/с

На участках сети, которые обслуживают несколько приборов, в формулу подставляется величина расхода прибора с максимальным водоразбором.

$\alpha$  - коэффициент, зависящий произведения общего числа приборов  $N$  на вероятность их одновременного действия  $P$ , и определяется по приложению IV СНИП.

$$\alpha = f(N \cdot P)$$

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot 3600 \cdot N} \quad , \text{ где } N - \text{число одинаковых потребителей в здании.}$$

Максимальный часовой расход воды в часы наибольшего водопотребления определяется по приложению III СНИП ,

$$q_{hr,u}^c = 15,6 \text{ л/с} - \text{общий расход воды.}$$

$$q_{hr,u}^c = 15,6 - 10 = 5,6 \text{ л/с} - \text{расход холодной воды.}$$

$U=216$  человек --- общее количество жителей в здании,

$N=288$  штук --- общее число приборов в здании.

$$p = \frac{5,6 \cdot 216}{3600 \cdot 0,2 \cdot 288} = 0,00583.$$

Определение расчетных расходов воды и гидравлический расчет сети производится в табличной форме.

### **1.3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.**

Гидравлический расчет внутреннего водопровода заключается в определении диаметров труб на пропуск расчетных расходов воды с соблюдением допустимых скоростей и потерь напоров.

Допустимые скорости:

Скорости в подводках к приборам и стоякам принимаются в пределах  $0,9 \dots 1,5$  м/с.

Скорости в магистральных принимаются в пределах  $1,5 \dots 2,0$  м/с

Гидравлический расчет внутреннего водопровода производится с использованием таблиц Шевелева Ф.А.

После выполнения гидравлического расчета и определения потерь напора на каждом участке, определяется сумма внутреннего водопровода, которая должна находиться в пределах  $5 \dots 6$  м. водного столба.

### **1.4. Подбор водомера.**

Для учета количества воды, потребляемой зданием, после ввода устанавливается водомерный узел, оборудованный счетчиком воды и запорной арматурой. Водомерный узел устраивается на высоте 20 см от пола подвала.

Водомеры могут быть трех конструкций:

Крыльчатые водомеры.

Принимаются для измерения малых или средних расходов воды и устанавливаются только на горизонтальных участках сети (ось вращения перпендикулярна направлению движения воды).

Турбинные водомеры.

Принимаются при больших расходах воды. Могут устанавливаться как на горизонтальных, так и на вертикальных участках сети (ось вращения параллельна направлению движения воды).

Комбинированные водомеры.

Включают в себя и крыльчатые и турбинные счетчики. Устанавливают в зданиях с резким колебанием расходов.

Подбор водомера производится по среднечасовому расходу воды, потребляемому зданием, который сравнивается с величиной эксплуатационного расхода счетчика, после чего выбирается калибр и диаметр условного прохода счетчика.

Среднечасовой расход воды в здании определяется по формуле:

$$q_{mid,hr} = \frac{q^n \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $q^n$  --- норма водопотребления холодной воды, принимаемая в пределах 180 л/ч в сутки.

$T=24$  часа --- продолжительность водопотребления.

$$q_{mid,hr} = \frac{180 \cdot 216}{1000 \cdot 24} = 1,62 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Выбираем водомер крыльчатый ГОСТ 6019-83. Диаметр условного прохода  $D_{усл} = 40 \text{ мм}$ , гидравлическое сопротивление

$$S = 1,130 \text{ м} / (\text{л} / \text{с})^2.$$

Производится проверка водомера на потери. Потери напора не должны превышать 2,5 м, определяются по формуле:

$$h_{вод} = S \cdot q^2, \text{ м},$$

где  $q$  --- расход воды на вводе в здание, л/с.

$$h_{вод} = 1,3 \cdot 1,272^2 = 2,10 \text{ м}$$

Так как потери напора не превышают 2,5 м, то водомер выбран правильно.

## 1.5. Подбор повысительной установки.

Потребный напор --- это напор в сети внутреннего водопровода, при котором обеспечивается излив необходимого расчетного расхода воды в диктующей точке здания.

$$H_{потр} = H_{геод} + H_{вода} + \Sigma h_{дл} + \Sigma h_H + \Sigma h_f, \text{ в метрах},$$

где  $H_{геод}$  --- геодезическая высота подъема воды до диктующей точки, которая равна разнице отметки у диктующей точки и отметки перед водомерным узлом  $H_{геод} = 152,0 - 134,95 = 17,05 \text{ м}$

$H_{вода}$  --- потери напора на вводе, которые равны разнице отметки трубопровода у стены здания и отметки трубопровода в городском колодце.

$$H_{вода} = 136,904 - 133,9 = 3,004 \text{ м}$$

$\Sigma h_{дл}$  --- суммарные потери по длине трубопровода

$$\Sigma h_{дл} = 5,85 \text{ м}$$

$$\Sigma h_H = 1,65 м$$

$H_f = 3 м$  --- свободный напор на излив перед прибором.

$$H_{нотр} = 17,05 + 3,004 + 5,85 + 1,755 + 3 = 37,604 м$$

Гарантийный напор -  $H_{гар} = 35 м$

Т.к.  $H_{нотр} > H_{гар}$ , то необходима повысительная установка, которая состоит из насоса, установленного в ЦТП.

Производительность хозяйственно-питьевых насосных установок должна быть не менее максимального секундного расхода воды на воде в здание:

$$Q_n = 3,6 \cdot q^c = 3,6 \cdot 1,272 = 4,58 л / с$$

Напор, который должен создавать насос, определяется как разность потребного и гарантийного напоров.

$$H_n = H_{нотр} - H_{гар} = 37,604 - 35 = 2,604 м$$

На основании этих величин производим выбор насоса по справочной литературе.

Марка насоса 1,5К-8/196,  $n=2900$  об/мин,  $N=1,1$  кВт.

## 1.6 Описание запроектированной сети.

На плане типового этажа выбирается место расположения водопроводного стояка, от которого производится разводка по водоразборкам.

Строится аксонометрическая схема поквартирной разводки.

С плана типового этажа на план подвала переносятся водопроводные стояки и объединяются магистральной линией по крайнему расстоянию с вводом в здание. Если стояки располагаются по обе стороны относительно центральной оси здания, магистраль прокладывается над потолком подвала до центральной несущей стены здания. За вводом устанавливается водомерный узел, но не под жилым помещением.

Строится аксонометрическая схема сети внутреннего водопровода.

На аксонометрической схеме сети внутреннего водопровода выбирается расчетное направление и диктующая точка.

Диктующая точка – это самая высоко расположенная и удаленная от ввода водоразборная точка.

Расчетное направление – это направление по водоразборной сети от ввода до диктующей точки.

Расчетное направление разбивается на расчетные участки.

Запроектированная сеть внутреннего водопровода – тупиковая с нижней разводкой, состоит из магистральных, распределительных водопроводов и подводок к водоразборным устройствам.

Труба проходит по кратчайшему расстоянию и труба ввода перпендикулярна наружной стене здания с учетом  $i = 0,003 - 0,005$  от здания к наружной водопроводной сети, для возможности опорожнения системы. Глубину заполнения ввода принимают в зависимости от глубины заполнения труб городского водопровода и глубины промерзания грунта, т.к. у нас отсутствуют данные о глубине заполнения городского водопровода, глубину заполнения ввода определяем как:

$$H_{\text{зап}} = H_{\text{промерз}} + 0,3 = 1,1 + 0,3 = 1,4 \text{ м}$$

Для учета расхода потребляемой воды, в подвале здания устанавливают водомерный узел с отводной линией, расположенной на высоте 0,2 м от пола подвала. Для запроектированной сети внутреннего водопровода подобран водомер ВКСМ-32. Предусмотрена повысительная установка, в результате расчета подобран насос 1,5К-8/196.

Магистральный трубопровод прокладывается под потолком подвала с уклоном  $i = 0,003$  на расстоянии 0,2 м, на каждом стояке устанавливают вентили на подводках к водоразборным установкам.

## **2. Расчет внутренней и дворовой канализационной сети.**

### **2.1 Трассировка сети.**

Стояки объединяются по два или по отдельности и через выпуски, сточная вода отводится вначале в дворовую канализацию, а затем в городскую.

На внутренней канализационной сети устанавливаются ревизии (на вертикальных участках) и прочистки (на горизонтальных участках).

Прочистки устраиваются у основания стояка и на поворотах сети. Ревизии на входе в здание на первом и последнем этажах и через три этажа.

Диаметры трубопроводов принимаются:

50 мм – подводка к приборам;

100 мм – стояки и выпуски;

150 мм – дворовая сеть.

Дворовая канализационная сеть прокладывается в сторону двора на расстоянии 3 ÷ 5 м от здания.

Сеть увязывается у уклоном земли, т.е. прокладывается в сторону уменьшения отметок.

За 1÷1,5м от красной линии вглубь двора ставится контрольный колодец.

## 2.2. Определение расчетных расходов.

Вероятность одновременного действия приборов Р определяется по формуле:

$$P = \frac{q_m^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N},$$

где  $q_m^{tot} = 15,6 \text{ л/с}$  – общая норма часового расхода воды, принимается по прилож. 3, [2].

$q_0 = 0,3 \text{ л/с}$  – общий секундный расход воды.

$$P = \frac{15,6 \cdot 180}{3600 \cdot 0,3 \cdot 240} = 0,011.$$

$$q_w = q^{tot} + q_s$$

$q^{tot}$  – расход холодной и горячей воды,

$q^w$  – общий расход сточных вод,

$q^s = 1,6 \text{ л/с}$  – расход прибора с максимальным водоотведением, принимается из [2].

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости не менее 0,7 м/с и не более 8 м/с для металлических труб и 4 м/с для неметаллических.

Наименьшую глубину заложения следует принимать из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных временных нагрузок.

$H_{зал} = H_{пром} - 0,3 = 1,1 - 0,3 = 0,8$ , т.к. условие выполняется, то принимаем глубину заложения (начальную)  $H_{зал}'' = 0,80 \text{ м}$ .

## 2.3. Гидравлический расчет.

Гидравлический расчет заключается в определении диаметров труб на пропуск расчетных расходов с соблюдением допустимых уклонов, скоростей и наполнений.

Нормативные данные.

1) Уклон выпуска составляет 0,02, для всех других диаметров уклон принимается

$$i_{\min} = \frac{1}{d}, \text{мм} \quad \text{при } d=150\text{мм} \quad i_{\min} = 0,007$$

Уклоны дворовой канализации желательно принимать в соответствии с уклоном поверхности земли, но не менее минимально допустимого.

2) Минимально допустимая скорость  $v_{\min} = 0,7 \text{ м/с}$ . Причем скорость по мере нарастания сточных вод должна нарастать или оставаться неизменной.

3) Наполнение в трубах диаметром  $d=150\text{мм}$  должно быть не более 0,6.

Гидравлический расчет дворовой канализационной сети ведется в табличной форме.

Необходимые уклоны назначают по уклону местности. Соединение труб в колодце принимают в соответствии с отметками уровня в них воды. Существует 2 способа соединения труб по высоте: по уровням воды и по щелыгам труб (щелыга в щелыгу).

Щелыга (верхняя образующая свода)

Трубы меньшего диаметра должны совпадать со щелыгой лежащего ниже участка.

## 2.4. Описание запроектированной сети.

Сеть внутренней канализации состоит из отводов от приборов, стояков, вытяжных труб, выпусков.

Выпуск делается в сторону двора. Глубина заложения выпуска 0,8м. Поквартирная разводка выполняется из труб  $\varnothing 50\text{мм}$  до унитаза. Т.к. унитаз присоединяется к стояку трубой  $d=100\text{мм}$ , то предусматриваются переходные части. Поквартирная разводка выше уровня пола на 20см. Система самотечная.

Каждый канализационный стояк выводится за пределы крыши на высоту 0,4м.

Ревизии на стояках устанавливаются на 1-ом и 5-ом этажах.

Разводка в подвале выполнена на крючьях. На горизонтальных участках установлены прочистки. Диаметр выпуска - 100мм, диаметр канализации – 150 мм. Уклон выпуска – 0,02, дворовой канализации – 0,016. Смотровые колонны собраны из стандартных железобетонных элементов, диаметр 1000мм. Дворовая канализационная сеть проложена на расстоянии 5 метров от первой секции здания. За 1м до красной линии установлен контрольный колодец.

### **3. Литература.**

Лукиных А.А., Лукиных Н.А. “Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и докеров по формулам по формуле Павловского. Н.Н.” - М.:Стройиздат, 1967г.

СНиП 2.04.01 – 85 “Внутренний водопровод и канализация зданий.”

3) Шевелев Ф.А. “Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых водопроводных труб” – М; Стройиздат, 1984г.