

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства  
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
«20» января 2022 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению курсовой работы  
по дисциплине (модулю)  
«Водоснабжение и водоотведение»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**08.03.01 – "Строительство"**

с профилем  
**"Теплогазоснабжение и вентиляция"**

Форма(ы) обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-06-22

Тула 2022 год

## Разработчик(и) методических указаний

### Разработчик:

Корнеева Н.Н., доцент, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

### Исходные данные.

1. Генплан участка в масштабе 1:500 с указанием уличных сетей городского водопровода, канализации, газа и теплосети, запроектированными колодцами, ввода водопровода, выпусков канализации, дворовой канализации и теплового ввода.
2. План подвала с изображением ввода водопровода, водомерного узла, теплового пункта с необходимым оборудованием, магистральных линий и стояков горячего и холодного водоснабжения, стояков и выпусков канализации. Если здание не имеет подвала, то вычерчивается план первого этажа с условно снятыми полами.
3. План типового этажа с изображением санитарных приборов, стояков и ответвлений (подводок) холодного и горячего водопроводов, стояков и отводных труб канализаций.
4. Аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети.
5. Аксонометрическая схема горячего водоснабжения и теплового пункта.
6. Аксонометрическая схема канализационного стояка с отводными трубами и выпуском.
7. Продольные профили дворовых сетей канализации и водостоков (масштабы: горизонтальный - 1:500 или 1:1000; вертикальный - 1:100).
8. Деталь проекта.
9. Спецификация.
10. Расчётно-пояснительная записка.

### Масштаб изображений на чертежах

#### Наименование изображений

Планы систем водопровода, канализации и водостока 1:200	1:100
Фрагменты планов систем водопровода и канализации 1:100	1:50
Схемы систем холодного и горячего водопроводов, канализации 1:200	1:100

Планы, разрезы и схемы установок систем водопровода и канализации  
1:50 1:100

Узлы  
1:50 1:20

Марки систем и сетей водопровода и канализации приводятся в табл. 1.

Таблица 1.

Наименование систем и сетей	Марка
Водопровод:	
хозяйственно-питьевой	В1
противопожарный	В8
Канализация:	
бытовая (фекальная)	К1
дождевая (ливневая)	К2
производственная	К3
Горячее водоснабжение:	
подающая сеть	Т3
циркулярная сеть	Т4
Газоснабжение:	
газопровод низкого давления	Г1

В том случае, когда хозяйственно-питьевой или производственный водопровод является противопожарным, он обозначается маркой для хозяйственно-питьевого или производственного водопровода (табл.1). Элементы систем водопровода и канализации обозначаются марками (табл.2) с указанием марки системы и порядкового номера элемента в пределах систем (например, СТВИ-I, СТВИ-2, ККИ-I, ККИ-2).

Марки элементов систем водопровода и канализаций приводятся в табл.2.

Таблица 2

Название элемента системы	Марка
Стояки	Ст.
Колодец	К

На планах, фрагментах, узлах и схемах систем водопровода и канализации проставляют порядковые номера санитарных приборов (независимо от вида прибора), вводов водопровода, выпусков канализаций, пожарных и поливочных кранов., водосточных воронок по каждому виду элемента в пределах системы,

### Составление спецификации

Спецификация систем водопровода и канализаций составляется на основании схемы внутреннего водопровода по установленной форме (табл.3)

Таблица 3

Марка	Обозначение	Наименование	Количество	Масса, кг	Примечание
		Водопровод хозяйственно-питьевой Труба газопроводная диаметром, мм			
B1-1	Гост 32262-75	1. 5x2, 8	250,0	1,28	
B1-2		2. 0x2, 8	120,0	1,66	
B1-3		3. 5x3, 2	30,0	2,39	

### Порядок заполнения спецификации

В графе –«Марка» указывается обозначение системы.

В графе "Обозначение" указывается ГОСТ, тип изделия, завод-изготовитель материалов и оборудования и т.д.

В графе «Наименование» указываются наименование материала и изделия и их порядковые номера; все наименования должны приводиться в единственном числе, например, водомер крыльчатый, кран водоразборный и т.п.

В графе «Количество» указывают количество изделий в штуках или погонных метрах,

В графе «Масса» указывают массу единицы изделия.

В графе «Примечание» указывают особенности данного изделия, например; изготовить из стали по спецзаказу.

В проекте приводится также спецификация установок системы водопровода и канализаций (насосные автоматические установки) по вышеуказанной форме (табл.3).

Ма рка	Обозна чение	Наименование	Кол -во	Мас са, кг	Примеча ние
		Водопровод хозяйственно- питьевой Труба водогазопроводная , диаметром, мм			
B1- 1	Гост 3262-75	1. 15x2, 8	2 50	1,28	
B1- 2		2. 20x2, 8	1 20	1,66	
B1- 3		3. 25x3, 2	3 0	2,39	

О расчете систем, имеющих в своем составе групповые установки санитарных приборов

При трассировке и расчете систем- холодного, горячего водоснабжения и канализации следует обращать особое внимание на одинаковые санитарные приборы, установленные группами для обслуживания работников предприятия: душевые сетки, умывальники, трапы. К расчёту таких групп совершенно не применимы принципы расчета санитарно-технических систем, когда в зависимости от количества приборов отыскивается величина вероятности их действия.

Действительно, в жилом доме, гостинице и т.д. вероятность одновременного действия приборов уменьшается с ростом числа приборов, так как отсутствует четкий режим Водопотребления. Наоборот, групповые, душевые установки на промышленных предприятиях работают по четкому графику: включаются практически все душевых сеток сразу же после окончания смены. Анализ распределения расходов по часам суток показывает, что максимальные часовые расходы бывают именно в Первый час после окончания смены, причем душевые расходы составляют большую часть общих часовых расходов воды питьевого качества. Это обусловлено тем, что учитывается часовой расход на одну душевую сетку при продолжительности пользования душем 45 мин после окончания смены, а количество душевых сеток принимается в зависимости от количества работающих в максимальную смену, нормативного числа людей, обслуживаемых одной душевой сеткой, и группы производственного процесса.

Из этого следует, что если не отклоняться от требований СНиПа, то все душевые сетки будут работать сразу же после окончания рабочей смены даже без кратковременного прекращения водозабора.

С учетом того, что групповые установки приборов (особенно душевые) создают пики в графике водопотребления, необходимо питание этих установок отделить от общей системы, установив питание холодной и горячей водой по трубопроводам, проложенным отдельно от узла ввода водопровода в здание. Такое разделение систем холодного и горячего водоснабжения должно быть сделано при трассировке трубопроводов.

Поскольку нормы водоотведения должны соответствовать принятым для данного объекта нормам водопотребления, следует сделать вывод о необходимости строгого подхода к расчету системы канализации,

обслуживающей групповые установки санитарных Приборов, с учетом вышеуказанных замечаний.



## Раздел I

### ВОДОПРОВОД

#### 1.1 Основные требования к проектированию системы водопровода и последовательность разработки

Системы внутреннего водопровода используются для подачи воды непосредственно потребителю на хозяйственные, питьевые, противопожарные и производственные нужды. При проектировании должны быть обеспечены необходимые значения напора, расходы воды и режимы водопотребления.

Проектирование необходимо выполнять в такой последовательности :

- выбор системы и схемы водоснабжения объекта проектирования;
- выбор месторасположения ввода, водомерного узла, насосных и других установок;
- нанесение на планы здания мест расположения стояков и магистральных трубопроводов;
- вычерчивание аксонометрической схемы водопроводной сети; -
- гидравлический расчет сети на случай максимального хозяйственно-питьевого и производственного потребления воды, тушения пожара в период максимального хозяйственно-питьевого и производственного потребления, воды; составление спецификаций.

#### 1.2 Выбор системы в схемы водоснабжения объекта проектирования

Руководством для выбора являются данные, изложенные в задании (планировка здания, его расположение на генплане участка, назначение здания), а также указания соответствующих разделов СНиПа, Особое внимание следует уделять соблюдению противопожарных требований СНиПа,

Внутренние сети хозяйственно-питьевых водопроводов, сети объединенных противопожарных и хозяйственно-питьевых водопроводов, и сети производственных водопроводов, подающих воду питьевого качества, должны проектироваться из стальных оцинкованных труб диаметров до 150 мм и из не оцинкованных труб больших диаметров., а также из

пластмассовых труб. Внутренние сети противопожарных водопроводов должны проектироваться из стальных неоцинкованных труб.

При определении схемы сетей водоснабжения необходимо учитывать, что наиболее экономичные и простые схемы получаются тех случаях, когда водоразборные краны и приборы сгруппированы и расположены в этажах здания друг над другом.

Сети внутреннего водопровода могут быть тупиковыми или кольцевыми, с одним или несколькими вводами, с нижней и верхней разводной, магистралей.

Системы внутренних водопроводов следует проектировать тупиковыми для тех зданий, где допускается кратковременный перерыв в подаче воды, и кольцевыми для зданий, где подача воды должна быть непрерывной. При устройстве кольцевых сетей присоединение к наружному водопроводу осуществляется двумя вводами. Устройство двух вводов является обязательным в том случае, когда в здании имеется более 12 пожарных кранов, а также для жилых зданий с числом квартир более 500, для клубов, театров, кинотеатров, бань с числом мест 200 и более, прачечных на 2 т белья и более в смену, зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными системами.

$$H_{mp} = H_z + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + \sum h_l + \sum h_m + H_f$$

При определении на плане здания месторасположения вводов водопровода следует учитывать, что расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации и водосточков должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре ввода более 200 мм. В местах присоединения вводов диаметром более 40 мм к наружным сетям городских и производственных водопроводов должны устраиваться колодцы с установленными в них задвижками, а при диаметре вводов 40 мм и менее - с вентилями. Нижняя разводка применяется главным образом в жилых и общественных зданиях, верхняя - в цехах промышленных предприятий, банях, прачечных.

$$H_z = h_{nl} + (n_{\text{эт}} - 1) \cdot h_{\text{эт}} + h_{kp}$$

Для многоэтажных жилых зданий высотой 17 и более этажей применяют зонные водопроводы с расчетом допущения гидравлического напора т. в

нижних водопроводных точках у санитарных приборов не более 60 м, а в отдельной сети противопожарного водопровода не более 90 м у наиболее низко расположенных пожарных кранов. При зонных системах находит применение верхняя разводка магистрали.

Трубы следует прокладывать прямолинейно и параллельно стенам здания, чтобы при наименьшей протяженности они не загромождали оконных и дверных проемов, не портили вида помещения и были доступны для осмотра и ремонта.

В зависимости от назначения и степени благоустройства здания применяют два способа прокладки труб: открытый, скрытый.-

На внутренних водопроводных сетях, как правило, устанавливают наружные поливочные краны по одному на каждые 60 - 70 м периметра здания.

Выбор системы внутреннего водопровода производится после сравнения величины заданного минимального гарантированного напора в городской сети водопровода у ввода в здание  $H_{ГДР}$  с величиной требуемого напора  $H_T$ , определяемого в результате гидравлического расчета.

Для предварительного ориентировочного сравнения следует учитывать, что минимальный свободный напор в сети наружного водопровода населенного пункта при хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе в здание над поверхностью земли (на отметке крышки люка водопроводного колодца) должен приниматься при одноэтажной застройке не менее 10 м, при большей этажности на каждый этаж сверх первого следует добавлять 4 м. Свободный напор в наружной сети производственного водопровода должен приниматься по технологической характеристике оборудования. Наиболее простая и распространенная система - без установок для повышения напора и водонапорных баков - применяется при круглосуточном водоснабжении из городской сети при  $H_{ГДР} \geq H_{Треб.}$

В случае, когда потребная величина гарантированного напора не обеспечивается в отдельные часы суток, возможно применение схемы водоснабжения- с установкой водонапорного бака, выполняющего функции Запасной и регулирующей емкости и заполняемого периодически под давлением наружного водопровода без повысительных устройств.

При постоянной нехватке напора возможно применение местных установок для его повышения: насосной установки, постоянно поддерживающей в системе Необходимый напор, или насосной установки, работающей с водонапорным или гидропневматическим баком.

### 1.3. Выбор месторасположения ввода, водомерного узла, напорных и других установок

Места для устройства ввода, установки арматуры и оборудования должны быть выбраны из условия свободного доступа к ним и обеспечения температуры воздуха зимой не менее +2 °С.

Крыльчатые счетчики воды (калибры 15,20,25,32,40 мм) устанавливаются только горизонтально, турбинные (калибры 50, 80, 10,150-мм) - как горизонтально, так и в наклонном или вертикальном положении (в последнем случае при условии движения Воды снизу вверх).

Проектирование обводной линий у счетчика воды обязательно при наличии одного ввода в здание, а также в случаях, когда Счетчик не рассчитан на пропуск полного расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение. Обводная линия должна быть рассчитана на пропуск максимального (с учетом противопожарного) расхода, воды. На обводной линии должна предусматриваться установка задвижки, запломбированной в обычное время в закрытом положении.

Длина ввода должна быть по возможности наименьшей. Ввод рекомендуется проектировать под прямым углом к зданию, желательно в среднюю его часть. В случае, когда труба уличного водопровода проходит параллельно торцевой стене здания, возможно устройство ввода через торцевую стену. Пересечение ввода со стенами подвала и фундаментом должно проектироваться с учетом указанного в задании уровня грунтовых вод с устройством сальников в мокрых грунтах и без них в сухих грунтах.

### 1.4. Нанесение на планы здания месторасположения стояков и магистральных трубопроводов.

В помещениях -с повышенными требованиями к отделке рекомендуется скрытая прокладка труб в бороздах с последующей заделкой борозд

штукатуркой по сетке. Стояки и разводки внутреннего водопровода можно прокладывать, также и открыто по стопкам и перегородкам помещений.

Водопроводные стояки должны располагаться с учетом возможности обеспечения водой максимального числа водоразборных, точек при условии минимальных длин подводок к этим водоразборным точкам. Стояки не следует располагать на стенах, смежных с жилыми помещениями. Каждый водопроводный стояк в зданиях высотой в три этажа и более должен в основании иметь запорную " арматуру и тройник с пробкой для возможности отключения стояка " и спуска из него воды при ремонте.

Стояки противопожарного водопровода размещаются вблизи пожарных кранов. Количество пожарных кранов, назначенное с учетом радиуса действия компактной части струи и длины пожарного рукава, определяет число стояков, размещенных в лестничных клетках, коридорах, вестибюлях. Магистральная линия труб в пределах подвала, технического подполья или первого этажа соединяет ввод водопровода со всеми водопроводными стояками.

Магистральные трубопроводы обычно прокладываются открыто по кратчайшим направлениям с креплением на подвесках, кронштейнах, Крючьях. При проектировании магистральных трубопроводов следует предусматривать их прокладку с уклоном, не менее, 0,002 в сторону ввода или сливных кранов для опорожнения.

В случае прокладки магистрали водопровода в помещениях, с температурой воздуха зимой, ниже -2 °С следует предусмотреть устройство теплоизоляции труб.

-При отсутствии в здании подвальных этажей или технических, подпольев трубопроводы следует прокладывать в первом этаже в подпольных каналах с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом с устройством съемного фриза, а также по стенам в местах, допускающих открытую прокладку трубопроводов.

Трубы водопровода, уложенные в каналах совместно с трубами отопления или горячего водоснабжения, должны прокладываться ниже этих труб с устройством термоизоляции.

. На планах, кроме элементов систем (санитарные приборы, трубопроводы, арматура)показывают строительные конструкции и технологическое оборудование, к которому подводят или от которого

отводят сточную воду. Элементы систем водоснабжения и канализации показаны: условными графическими обозначениями(прил.1). - -

На планы наносят:

- разбивочные оси здания и расстояния между ними;
- привязки к разбивочным осям здания вводов водопровода и выпусков канализации, сетей водостоков;
- обозначения стояков;
- диаметры трубопроводов, вводов водопровода и выпусков канализации.

Г.5. Вычерчивание аксонометрической схемы водопроводной сети Схема водопровода составляется в масштабе 1:100 по всем трем осям с нанесением оборудования и установок, указанием местоположения запорной арматуры, водоразборных кранов, водомерного узла, поливочных кранов и др. Схема и планы должны быть

одинаково ориентированы.

На схеме сети намечают расчетные участки - отрезки сети, заключенные между двумя ее ответвлениями (по длине участка величина расхода не изменяется).

Выделение расчетных участков начинается по выбранному расчетному направлению движения воды от точки подсоединения ввода к наружной сети до расчетной водоразборной точки, расположенной наиболее высоко и в наибольшем отдалении от ввода. При определении местонахождения расчетной водоразборной точки нужно учитывать требуемые свободные напоры.

Если положение расчетной водоразборной точки неясно и есть сомнения в правильности выбора расчетного направления, следует наметить дополнительно одно или несколько расчетных направлений и провести по каждому из них проверочный расчет.

Результаты расчетов сравниваются и за основу принимается тот, при котором суммарная величина требуемого напора будет наибольшей.

Минимальный свободный напор перед санитарными приборами составляет (м.вод.ст.): раковина с водоразборным краном умывальник со смесителем или туалетным краном - 2; ванна с водогрейной колонкой - 3;

душевая кабина - 3; унитаз со смывным бачком - 2; унитаз со смывным краном - 4; писсуар - 2 прил.2

Границы расчетных участков обозначаются: гор, сеть, ВУ (водомерный узел), а далее 1,2,3,..., например, 10 (смывном бачок - расчетная водоразборная точка).

Каждый расчетный участок водопроводной сети обозначают: гор.сеть - ВУ, ВУ - I, .1 - 2, 2,- 3, 3 - 4 и т.д..

На схемах систем водопровода показывают:

- ввод с указанием диаметров и отметок уровней осей трубопроводов в местах пересечения их с осями наружных стен здания;
- магистральные трубопроводы, стояки и ответвления к водопотребителям с указанием, диаметров и отметок уровней осей магистральных трубопроводов;

- арматуру, пожарные и поливочные краны, водопроводное оборудование, контрольно-измерительные приборы, переходы и другие элементы системы.

#### 1.6. Гидравлический расчет систем внутреннего водопровода

В расчет входит: установление общего для объекта (отдельного здания или комплекса зданий) расхода воды и производство гидравлического расчета с определением диаметров всех участков системы и потерь напора на этих участках, а также определение характеристик, требуемых для подбора оборудования и установок, имеющих в системе водоснабжения.

Перед началом расчета необходимо иметь точные сведения о всех потреблении воды на объекте, т.е. об их количестве и местонахождении требования к качеству воды, режим водопотребления. Серьезное внимание следует, обратить на уточнение данных для технического оборудования, так как наличие даже одного аппарата или прибора, установленного в здании и требующего для нормальной работы большого свободного напора или не долговременного, но значительного расхода, может оказаться одним из важных факторов, учитываемых при выборе принципиальной схемы водоснабжения и определении расчетного направления при гидравлическом расчете системы.

Нормативные данные для расчета жилых и общественных зданий, а также производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий

(без учета работы технологического оборудования)! приведены в работе [2, при л. 2 и 3] .

#### 1.7. Определение расчетных секундных расходов в системах водопровода

В основу методики расчета положено определение расчетного секундного расхода исходя из того, что в час максимального водопотребления режим работы системы можно считать стационарным случайным процессом, и поэтому максимальный секундный расход будет зависеть от общего числа приборов на расчетном участке и вероятности их действия. Несмотря на то, что поток заявок (включений водоразборных устройств) есть явление случайное, что типично для системы массового обслуживания, система внутреннего водоснабжения не должна подходить под категорию "система с отказами" или "система у ожидания обслуживания", так как должна быть гарантирована возможность немедленного удовлетворения заявки (т.е. подачи воды с нормативными расходами и напором). Пояснением к выше указанному может служить недопустимость даже кратковременного прекращения подачи холодной воды во время действия душевого смесителя, работающего в режиме одновременного питания от холодного водопровода и источника горячей воды.

Если исходить из определения теории вероятностей, расчетный расход воды должен соответствовать понятию "практически достоверное событие". Гидравлический расчет сети и насосов без регулирующих емкостей следует производить по максимальному секундному расходу, а насосов с регулируемыми емкостями - по расчетному часовому расходу.

Максимальный секундный расход следует определять по формуле

$$q = 5q_0\alpha$$

-где  $q_0$  расход воды одним прибором, величина которого принимается по У. При расчете следует принимать тот расход, который проходит по системе холодного водопровода, т.е. для зданий, оборудованных местными водоподогревателями (газовыми, электрическими, дровяными),



принимается общий расход, а для зданий, имеющих систему централизованного горячего водоснабжения., - расход холодной воды;

- величина, определяемая в зависимости от общего числа приборов на расчетном участке сети и вероятности их действия, которая принимается по прил.1 и числа. В других случаях значение ( следует определять по прил.4, табл.[2]) .

При расчете систем водопровода, имеющих однотипные приборы или группы приборов (например, в жилых домах, школах), нормальная работа систем будет обеспечена , если принять по тому прибору, секундный расход которого является наибольшим. Однако, если в рассчитываемой системе имеется малое по сравнению с общим количество приборов с большим значением, то расчет всей системы будет вестись на завышенный расход, что приведет к завышению диаметров участков системы. Например, в здании установлено 40 умывальников с туалетным краном, 30 унитазов со смывным бачком, 5 ванн-с водогрейной колонкой. Для этих приборов приняты следующие значения общих расходов

для умывальника с туалетным краном - 0,10

для унитаза со смывным бачком - 0,10

для ванны с водогрейной колонкой - 0,22

Выбор за расчетную величину  $q_0 = 0,22$  л/с (по прибору, расход которого является наибольшим, а число приборов в здании невелико) приведет к завышенному результату, поэтому следует определить  $cf_p$  как средневзвешенную величину с учетом количества приборов каждого типа, секундных и часовых расходов каждым прибором(в [J, прил.2] даны значения часовых расходов воды на каждым прибором:

$$q_0 = \frac{\sum q_{0(i)} \cdot Q_{0(i)} \cdot N_i}{\sum Q_{0(i)} \cdot N_i}$$

Для данного примера часовые расходы воды приборами составляют 125, 83 и 300 л/ч, т.е. что **меньше**= 0,22 л/с.

$$q_0 = \frac{0.10 \cdot 12 \cdot 40 + 0.1 \cdot 83 \cdot 30 + 0.22 \cdot 300 \cdot 5}{125 \cdot 4 + 83 \cdot 30 + 300 \cdot 5}$$

Определение расчетных расходов как средневзвешенных значений величин неприемлемо для расчета тех участков, которые подводят воду к

приборам, имеющим максимальный расчетный расход(в данном случае к смывным кранам унитаза). Такими участками следует считать те, расчетный расход которых, определенный по формуле (2), меньше расхода прибора, имеющего максимальный расчетный расход:

Для этих участков следует вести расчет по прибору, имеющему наибольший расход (такими участками основном являются тупиковые части системы, подводящие воду к приборам с крупными расчетными расходами).

Определение максимального часового расхода производится по формуле

$$q_0 = 0.005 q_{0,hч} \cdot \alpha_{hч}$$

### 1.3. Определение вероятности действия приборов

1. Вероятность действий приборов или для участков сети, обслуживающих группы одинаковых потребителей

в зданиях или сооружениях, определяется отношением расхода на участке, подсчитанного исходя из нормативного часового расхода на одного потребителя, к расходу на том же участке, исходя из секундного расхода на один прибор, т.е.

$$P_{hч} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0hч}}$$

где норма расхода воды (л) одним потребителем в час наибольшего водопотребления [2, прил.] число одинаковых потребителей в здании или сооружении (например, число жителей дома, коек в больнице); N - общее число приборов, обслуживающих потребителей.

2. Вероятность действия приборов для участков сети трубопроводов, обслуживающих различных потребителей, определяется по формуле

где  $N_i$ ,  $Q_i$ ,  $P_i$  - величины, относящиеся к каждому виду потребителей, определяемые так же, как и для участков, сети, обслуживающих группы одинаковых потребителей.

При проектировании систем водопровода возможен случай, когда отсутствуют данные о количестве приборов на участке сети,

т.е. число  $N$  в формуле (5) неизвестно. В этом случае следует использовать модификацию формулы (5):

По полученным значениям  $P$  или  $NP$  [прил.4, табл.1,2] определяют  $X$ , а затем по формуле (1) или (3) - расчетный расход на каждом расчетном участке.

$$P^{tot} = \frac{q^{hu} \cdot U}{3600 \cdot N \cdot q_0}$$

После установления величин расчетных расходов на участках системы возможно определение диаметров труб, общих потерь напора, подбор водомера и нахождение напора, который должна создавать повысительная установка (если она требуется), и емкость бака.

Хозяйственно-питьевой водопровод рассчитывается на подачу максимального расчетного секундного расхода воды, а при хозяйственно-противопожарных системах водоснабжения производится дополнительный расчет на одновременный пропуск максимального хозяйственно-питьевого, производственного и пожарного расходов воды.

Расчет элементов тупиковый разветвленной сети с односторонним питанием ведется в такой последовательности:

1. По таблицам гидравлического расчета водопроводных труб с учетом рекомендуемых величин экономичных скоростей подбираются диаметры и определяются удельные потери напора на 1 м.
2. Подсчитываются потери напора на каждом расчетном участке.
3. Суммируются потери напора по длине по всему расчетному направлению, начиная от места присоединения ввода к городскому водопроводу и кончая расчетной водопроводной точкой.
4. Рассчитываются суммарные потери напора по длине с учетом «повышающего коэффициента» на местные сопротивления.
5. Определяются потери напора в водомерном узле.
6. Вычисляется требуемый напор в здании.
7. Сопоставляются значения требуемого и гарантируемого напора, делается вывод о целесообразности применения повысительной установки и водонапорного бака".

8. В случае, когда  $H_{г\geq 5}$  определяются параметры повысительной установки, марка насоса и тип электродвигателя.

9. В случае, когда принимается решение о необходимости установки водонапорного бака, определяются емкость бака и его метрические размеры, рассчитывается трубопровод от бака до расчетной водоразборной точки (положение расчетной точки при работе бака может не совпасть с тем положением, в котором она находилась при питании сети от ввода), находится отметка дна бака.

При расчете объединенного водопровода, обеспечивающего хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды, производится дополнительный расчет, при котором расчетной точкой определяют самую отдаленную и высокую точку тушения пожара. Расчетный расход при этом равен суммарному расходу на хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды в выбранном направлении. В производственных и вспомогательных зданиях расход воды на душ, мытье полов и поливку территории при этом расчете не учитывается.

Расчет кольцевой сети производится в следующем порядке:

1. Кольцо условно разделяется на два полукольца.
2. Каждое полукольцо, рассчитывается по методике расчета тупиковой сети.

3.- Подбор диаметров труб ведется до получения значений невязки в обоих полукольцах не более + 5 % от потерь в одном из полуколец. Если при этом окажется, что диаметры полуколец разные, то выбирают средний диаметр и принимают его одинаковым по всему кольцу.

Расчетный расход воды на пожаротушение принимается в зависимости от назначения, объема и этажности здания.

Расчетные расходы воды для хозяйственно-питьевых нужд на участках внутренних сетей жилых и общественных зданий нужно определять по .

Подбор диаметра труб хозяйственно-питьевого водопровода производится по таблицам для гидравлического расчета водопроводных труб исходя из того, что скорость движения воды в трубах внутренних водопроводных сетей не должна превышать 3,0 м/с. Диаметры труб внутренних водопроводных сетей должны приниматься с учетом

использования гарантированного минимального напора в наружной сети водопровода.

Требуемый напор в месте присоединения ввода к городскому водопроводу при наибольшем хозяйственно-питьевом водопотреблении должен обеспечить подачу воды на необходимую высоту и нормативный минимальный свободный напор у расчетной водоразборной точки с учетом всех сопротивлений движения воды на вводе и в сети.

Требуемый напор определяют по формуле

$$H_{треб} = Z_1 - Z_2 + h_{bg} + H_l^{tot} + H_f$$

Потери напора не должны превышать в крыльчатых водомерах 2,5 м, в турбинных-1 м при пропуске максимального хозяйственно-питьевого расхода воды и при пожаре.

Подбор счетчиков крыльчатых и турбинных для измерений количества воды следует производить так, чтобы средний часовой расход, допускаемый при длительной эксплуатации счетчика, не превышал эксплуатационный [2, табл.4] .

Потери напора в крыльчатых и турбинных счетчиках определяются по формуле

$$h_{bg} = Sq^2$$

Неправильно определять максимальный суточный расход воды в здании путем перемножения максимального расчетного секундного расхода на количество секунд в сутки, так как максимальный секундный расход воды на вводе в здание, определенный по формуле (I), служит только для расчета сети

При подсчете потерь напора в трубах не по таблицам, составленным ВОДГЕО, потери на местные сопротивления следует учитывать в процентах от величины потерь напора на трение по длине трубопроводов, умножая сумму потерь на всех участках по выбранному расчетному направлению, на коэффициент  $K = 1,3$  в хозяйственно-питьевых водопроводах жилых и общественных зданий, на  $K = 1,2$  в сетях объединенных противопожарных и хозяйственно-питьевых водопроводов жилых, общественных и производственных зданий, на  $K=1,15$  в сетях объединенных

противопожарно-производственных водопроводов, на  $K = 1,1$  в сетях противопожарных водопроводов.

### 1.8. Расчет насосных установок

После сравнения величины требуемого напора на вводе величиной наименьшего гарантированного напора в сети наружного водопровода устанавливается потребность в насосной установке. Если, то насосная установка не нужна. Если, то ее следует запроектировать. Применяться могут следующие типы насосных установок:

- а) периодически действующие насосы, работающие совместно с водонапорными или гидропневматическими баками;
- б) непрерывно или периодически действующие насосы при отсутствии регулирующих емкостей;
- в) пожарные насосы, работающие только при тушении пожара внутри здания;
- г) непрерывно или периодически действующие насосы производительностью менее максимального часового расхода воды, работающие совместно с регулирующей емкостью.

Максимальный напор, развиваемый насосами при подаче воды из наружной водопроводной сети, следует определять по наименьшему гарантированному напору воды в этой сети.

Для подбора насоса нужно знать требуемые напоры и производительность. Минимальный напор насоса равен величине недостающего напора:

$$P_{hc} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0hc}}$$

При подсчете величины, требуемого напора следует дополнительно учитывать неучтенные потери напора в насосной станции (1,5 - 2 м), прибавляя величину этих потерь к величине. Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует определять в зависимости от принимаемой схемы водопровода: с регулирующей, емкостью или при отсутствии ее.

При отсутствии регулирующей емкости (водонапорного или гидропневматического бака) производительность насоса равна максимальному секундному расходу воды зданием. При наличии водонапорного или гидропневматического бака и насосов, работающих в повторно-кратковременном режиме, производительность насосов равна максимальному часовому расходу воды, который определяется по формуле.

При подборе электродвигателя насоса следует иметь в виду, что мощность электродвигателя должна быть больше требуемой мощности насоса:

В курсовом проекте Насосной установки на планах и разрезах насосные агрегаты изображают упрощенно (наносят разбивочные оси здания и расстояния между ними, отметки и привязки установок к разбивочным осям и конструкциям здания), трубопроводы показывают одной линией при их диаметре до 100 мм и двумя линиями при диаметре более 100 мм.

Спецификацию для насосной установки составляют по форме, приведенной в разделе "Общие методические указания".

### 1.9. Водонапорные баки

Водонапорные и гидропневматические баки должны содержать запас воды для регулирования неравномерности водопотребления, а при наличии противопожарных устройств - неприкосновенный запас воды. Для надежности работы системы водоснабжения следует всесторонне обосновать выбранную схему системы водоснабжения с баком.

Запас воды может храниться, например, в безнапорных резервуарах, размещаемых в подвалах или специальных помещениях\*вблизи насосных установок, если напор наружной водопроводной -Сети (вблизи здания) составляет до, а также в гидравлических баках. Полный объем гидропневматического бака определяется по формуле &

$$V = W \frac{\beta}{1 - \alpha}$$

а полный объем водонапорного бака по формуле

$$V = \beta (W + W_i)$$

где  $W$ - регулируемый объем бака, м<sup>3</sup>;  $W_i$ - противопожарный объем бака, м<sup>3</sup>;  $X$  - отношение абсолютно минимального давления к абсолютному максимальному давлению (0,7 ... 0,8);  $P$ - коэффициент запаса емкости бака, равный 1,2- 1,3 при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном режиме, и 1,1 при производительности насосных установок, равной максимальному часовому расходу или меньше его.

Регулируемый объем емкости следует определять в зависимости от номинальной производительности одного Насоса или насоса, наибольшего по производительности, в группе поочередно включаемых рабочих насосов в час, по следующим формулам:

1. При производительности насосной установки  $GU$ , равной или превышающей максимальный часовой<sup>4</sup> расход,

где  $n$ - допускаемое число включений насосной установки в 1ч, принимаемое для установки с открытым баком в пределах 2 ... 4, для установок с гидропневматическим баком 6 ... 10.

Большие значения максимальных чисел включений в 1 ч необходимо принимать для установок небольшой мощности (до 10 кВт),

2. При производительности насосной установки менее максимального часового расхода воды

Объем неприкосновенного противопожарного запаса воды следует принимать:

а) при ручном включении пожарных насосов - из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами при одновременном расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды;

б) при автоматическом включении насосов на 10-минутную продолжительность тушения пожара внутренними кранами при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.



При определении объема неприкосновенного противопожарного запаса воды расход воды в душах и на мытье полов не учитывается. Расчет сетей, работающих от баков, производится обычным способом с определением суммарных потерь напора на расчетном трубопроводе от бака до расчетной водопроводной точки с обеспечением заданного свободного напора.

Превышение дна бака над водоразборной точкой не должно быть меньше суммы подсчитанных потерь и свободного напора. Принятую высоту расположения бака следует обосновать расчетом, в пояснительной записке и в чертежах. Трубопровод, подающий воду в бак, а также трубопроводы, составляющие самостоятельные Сети от бака, должны быть рассчитаны гидравлически.

#### I.I-0. Пример расчёта системы водопровода жилого дома

Запроектировать системы холодного и горячего водоснабжения, внутреннюю, дворовую канализацию и внутренний водосток здания на основании нижеприведенных данных. Условные обозначения смотри прил.1 данной работы.

##### I.10.I. Исходные данные для проектирования

Назначение здания - жилой дом.

Поэтажные планы и генеральный план расположения здания на участке<sup>1</sup> с указанием трасс уличных сетей водопровода и канализации. Количество этажей - 6. Высота помещений в этаже - 2,7 м. Толщина междуэтажного перекрытия - 0,3 м. Высота помещения в подвале - 2,2 м. Абсолютные отметки:

пола подвала (1-го этажа) - 122,5 (125,00) м;

поверхности земли у здания - 124,0 м;

поверхности земли у колодца - водопровода -  
122,5 м

. поверхности земли у колодца городской канализации -

верха трубы городского водопровода - 120,2 м;

лотка трубы городской канализации - 119,0 м. Диаметр труб:

городского водопровода - 150 мм;

городской канализации - 200 мм. Свободный напор в городском водопроводе - 30 м. Глубина промерзания грунта - 1,3 м. Дополнительные данные:

крыля плоская, уклон 1,5 %.

#### I.10.2. Выбор системы водоснабжения

В здании проектируем систему внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода. Ввод в здание проектируем один от существующего водопроводного колодца по центру фасада. Ввод прокладываем из чугунных водопроводных труб диаметром 50 мм, под прямым углом к наружной стене здания, на глубине существующего водопровода на отметке 102,2 м с уклоном 0,005 в сторону существующего колодца. Диаметр колодца 1,0 м, На вводе установлена задвижка диаметром 50 мм.

Разводящая сеть запроектирована тупиковой с нижней разводкой, выполнена она из стальных водогазопроводных труб и проложена под потолком подвала на отметке 124,6 м. Крепление трубопровода осуществляется крючьями к капитальной стене подвала. Стойки прокладываются в нишах в сантехнических кабинах. Подводки к санитарным приборам выполняются открыто по стене на расстоянии 20 см от пола. Вследствие нехватки уличного гарантированного напора под лестницами установлены два насоса (рабочий и резервный). Для уменьшения уровня шума установлены резиновые вставки на всасывающем и напорном трубопроводах. На сети установлена запорная арматура вентильного типа.

#### I.10.3. Сети внутреннего водопровода холодной воды

Принимаем тупиковую систему внутреннего водопровода L\_2, разд.9.Ij , так как допускается перерыв в подаче воды. Противопожарный водопровод проектировать не требуется, так как этажность менее 12 и число квартир менее 400.

Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации и водосточков принимаем не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм и не менее 3 м - при диаметре ввода свыше 200 мм.

Пересечение ввода со стенами подвала выполняем с зазором 0,2 м и с заделкой отверстия водонепроницаемыми эластичными материалами, так как грунты сухие.

Прокладку разводящей сети предусматриваем под потолком подвала. Стояки прокладываем в нишах капитальной стены. Подводящие линии проектируем открыты над полом по стенам душевых и кухонь. Сеть холодного водопровода размещаем ниже сети горячего водопровода с устройством термоизоляции [2, разд.9.10] .

Прокладку трубопроводов предусматриваем с уклоном не менее 0,002.

#### 1.10.4. Трубопроводы и арматура, для холодного водоснабжения

Трубы принимаем стальные оцинкованные при диаметре до 150 мм. Соединение труб резьбовое [§, разд. 10.. Ц .

Трубопроводную арматуру устанавливаем на давление 0,6 МПа вентильного типа. При диаметре 50 мм и более устанавливаем задвижки. У основания стояка предусматриваем вентиль и спускную пробку.

Запорную арматуру устанавливаем: на вводе в здание; на ответвлениях от магистральных линий; у основания стояков; на ответвлениях, питающих пять водоразборных точек и более; на вводе в каждую квартиру; на подводке к смывному бачку  $Q^2$ . разд.10.5] .

Так как периметр здания более 70 м, проектируем два поливочных крана, которые размещаем в нишах наружных стен здания [2, разд. 10.7]. Поливочный кран располагаем на высоте 0,35 м от отмостки здания.

#### 1.10.5. Выбор месторасположения ввода, водомерного узла и их описание

Вводом считается участок трубопровода, соединяющий наружный водопровод с внутренней сетью до водомерного узла. К наружной сети ввод присоединен с помощью сиделки путём врезки тройника. В месте присоединения ввода устанавливаем колодец диаметром 1000 мм, с устройством в нём задвижки для отключения ввода. Ввод монтируем из чугунной водопроводной трубы диаметром 50 мм. Глубина заложения ввода зависит от глубины заложения наружного водопровода. Ввод устраиваем с уклоном 0,005 в сторону наружной сети. Ввод предусматриваем в центре здания, перпендикулярно наружной стене. Сразу же за наружной стеной устанавливаем водомерный узел с обводной линией, так как в данном

проекте у нас один ввод. На обводной линии устанавливаем запломбированную задвижку. С каждой стороны водомера устанавливаем прямолинейный участок трубопровода, длина которого определяется стандартом на счётчики. До и после водомера устанавливаем запорную арматуру. Между счётчиком и вторым (по ходу движения воды) вентилем или задвижкой устанавливаем спускной кран.

#### I.10.6. Гидравлический расчёт системы внутреннего водопровода

ОБЪЕКТОМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ является 4-квартирный шестиэтажный жилой дом. В каждой квартире установлены санитарные приборы: умывальник с туалетным краном, унитаз со смывным бачком, мойка со смесителем, ванна со смесителем (нормы расхода воды, приборами смотри прил.2 или 3 данной работы). Питание горячей водой смесителей ванны и мойки осуществляется от централизованной системы горячего водоснабжения. План подвала этого дома представлен на рис.3, план Типового этажа - на рис.4. Водоразборные приборы установлены одинаковыми группами в каждой квартире, поэтому максимальный секундный расход

где  $t_{\text{до}}$  - расчетный расход воды прибором, л/с;  $K$  - коэффициент, зависящий от вероятности действия приборов \*

Составим таблицу нормы расхода воды потребителями (табл.6 прил.3) .

Расчет нашего дома ведём на холодную воду, так как - в доме есть централизованное горячее водоснабжение.

Число жителей в доме принимаем ориентировочно по средней заселенности одной квартиры 5 человек.

Величину  $\alpha$  определим по значению  $P$  или  $MP/2$ , прил.1 или 2J .

По аксонометрической схеме хозяйственно-питьевого водопровода выбираем расчётное направление. Расчетная схема, приведена на рис.5, а аксонометрическая схема - на рис.6. Расчетная точка расположена на самом удаленном от ввода стояке - это душевая сетка, требующая самой большой

из всех установленных приборов величины свободного напора на стояке ВІ-7.

Разбиваем расчётное направление на расчётные участки. Расчетная точка ставится там, где происходит изменение величины расхода. Следует иметь в

Таблица б

Водопотребители	Измеритель	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с	
		в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления		общий	холодной или горячей
		Общая	горячая	общая	горячая	общий	горячая		
Жилые дома квартирного типа с централизованным горячим водоснабжением, оборудованных умывальниками, мойками и ваннами	I жит..	250	105	300	120	15,6	10	0,3 300	?)§0)

виду, что поливочные краны в расчёт не входят, так как полив осуществляется в средние и минимальные часы, а мы ведём расчет на максимально-секундный расход воды.

Определяем расход на каждом расчетном участке» Для этого на Каждом участке подсчитываем величину РилиЛ/Р, определяем значение Я. , а затем при постоянном значении подсчитываем величину 0 . Гидравлический расчёт сети хозяйственно-питьевого водопровода сводим в таблицу (табл.7).

Скорость движения воды в трубопроводах следует принимать:

в магистральных и стояках до 1,5 м/с;

в подводках • до 2,5 м/с.

Диаметр, скорость и потери напора на единицу длины следует определять по таблицам гидравлического расчёта для стальных труб Н.Ф.Шевелёва(или по прил. 4 данной работы)

#### I.10.7. Подбор водомера

Количество и расход воды следует учитывать счетчикомхолодной воды. Счетчик устанавливается на вводе В здание у наружной стены здания]в

удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не менее 6 °С. . •

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период потребления (сутки, смена), который не должен превышать эксплуатационный [2, табл.4] .

Принимаем калибр водомера 20 мм\* величину эксплуатационного расхода 2,0 м³/ч, что > 1,45 м/ч

Счётчик с принятым диаметром условного прохода надлежит, проверять:

а) на пропуск максимального секундного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, при котором, потери напора в крыльчатых счётчиках холодной воды, не должны превышать 5 м, турбинных.

б) на пропуск максимального-секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери напора в счетчике не должны превышать - .

Потери давления в счетчиках л, м, при расчетном секунд-ном расходе воды 1 л/с,- следует определить по формуле

$$h_{сч} = S \cdot (q^c)^2, \quad (2.18)$$

где  $S$  – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(м³/ч)², его значения приведены в таблице 4

С каждой стороны счётчика предусматриваем прямые участки вентили или задвижки. Между счётчиком и вторым (по движению воды) вентилем или задвижкой устанавливаем спускной кран.

Водомер установлен крыльчатый, так как калибр меньше 50 мм, с обводной линией (в здании предусмотрен один ввод). По обводной линии предусмотрена установка задвижки, запломбированной в обычное время в закрытом положении.

#### 1.10.8. Определение требуемого напора на вводе в здание

По заданию гарантированный напор на вводе 20 м:

Величина требуемого напора больше гарантированного в уличном водопроводе, поэтому необходимо проектировать повысительную установку.

I.10.9. Расчет насосной установки Насос рассчитывается на создание недостающего напора:

$$H_{\text{зар}} > H_{\text{тр}} ; H_{\text{зар}} = H_{\text{тр}} ; H_{\text{зар}} < H_{\text{тр}}.$$

При периодическом или постоянном недостатке напора в наружном водопроводе до требуемого для здания применяются установки для повышения напора: насосы, водонапорные баки, пневматические установки.

В зависимости от обеспеченности напором и установленного оборудования могут находить применение следующие системы внутреннего водопровода:

- 1) действующая под напором в наружном водопроводе;
- 2) с водонапорным баком без повысительной насосной установки;
- 3) с повысительной насосной установкой без водонапорного бака;
- 4) с водонапорным баком и повысительной насосной установкой;
- 5) с повысительными насосами и пневматической установкой.

Система 1 применяется при  $H_{\text{гар}} > H_{\text{тр}}$ . Эта система является самой простой и наиболее распространенной в зданиях высотой 5-6 этажей.

Система 2 применяется в том случае, когда в часы наибольшего водопотребления  $H_{\text{гар}} < H_{\text{тр}}$ , а в другие часы суток  $H_{\text{гар}} > H_{\text{тр}}$ .

Система 3 находит применение при постоянном или периодическом  $H_{\text{гар}} < H_{\text{тр}}$ , а режим водопотребления в здании равномерный.

Система 4 применяется при  $H_{\text{гар}} < H_{\text{тр}}$  и при неравномерном потреблении воды в здании в течение суток.

Система 5 представляет собой, как правило, противопожарный или объединенный хозяйственно – питьевой – противопожарный водопровод высотных зданий, обеспечивающий хранение регулирующего и противопожарного запаса воды.

## 2. КАНАЛИЗАЦИЯ

### 2.1. Рекомендуемая последовательность проектирования

В состав соответствующего раздела входит:

- а) выбор систем и схем внутренней канализации в зависимости от назначения здания, требований, предъявляемых к сбору сточных вод, и наличия внешних сетей канализации;
- б) вычерчивание на генплане сети дворовой канализации;
- в) вычерчивание схемы одного наиболее характерного Канализационного стояка с выпуском;
- г) составление продольного профиля проектируемой сети дворовой канализаций;
- д) выполнение гидравлического расчета внутренней канализации и проверка пропускной способности дворовой канализационной сети;
- е) расчет сети дворовой канализации и составление спецификации.

#### План системы внутренней канализаций

На плане Здания необходимо нанести сточные и вентиляционные стойки или приборов размещают в сан участках с таким расчетом, чтобы длины водных труб была как можно короче. Планы как правило, совмещают с планами систем водопровода. Трубопроводы, расположенные на планах условно показывают параллельными.

Канализационные стояки на всех планах и схемах должны быть отмечены условными обозначениями: СтК1-1, СтК1~2 и т.д. а все санитарные приборы - порядковыми номерами независимо от вида прибора. При размещении отводных линий от санитарных приборов возможны случаи прокладки линий над полом, по стене или под потолком нижележащего этажа. Такие особенности прокладки труб следует указывать в примечаниях на чертеже. В соц. ременном жилищном строительстве наиболее часто применяют напольную прокладку отводных труб.

Диаметры канализационных сточных стояков должны быть не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.



Сети бытовой и производственной канализации\* которые отводят сточные воды, выделяющие запахи, вредные газы и пары, должны вентилироваться через стояки, вытяжная часть, которых выводится на 0,5 м выше неэксплуатируемой кровли здания и заканчивается обрезом трубы без установки флюгарки. Причём диаметр вытяжной части одного канализационного стояка; должен быть равен диаметру этого стояка.

Диаметр канализационного стояка необходимо выбирать по зависимости от величины расчётного расхода сточной жидкости и наибольшего диаметра поэтажного трубопровода.

В жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях допускается устройство невентилируемых (без вытяжных частей). канализационных стояков вентилируемый Канализационный стояк должен заканчиваться прочисткой, устанавливаемой в раструб отрезка крестовины или тройника на уровне не присоединения к этому стояку наиболее высоко расположенных приборов. Возможность устройства таких стояков определяется на основании расчёта, выполняемого в соответствии с указанием Ц, разд.17,4].

Выпуски следует присоединять к наружной сети под углом не менее  $90^\circ$  (считая по движению сточных вод) "шелыга в шелыгу". При большом заглублении наружной сети на выпуске канализации допускается устройство открытых перепадов величиной до 0,3 м по бетонному водосливу в лотке и величиной закрытых перепадов более 0-3 м в виде стояка сечением не менее сечения подводящего трубопровода (в этом случае допускается любой угол присоединения выпусков).

Диаметр выпуска определяется из гидравлического расчёта и должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску (табл.9).

При длине выпуска более указанной в табл.9 необходимо устройства дополнительного смотрового колодца. Длину выпуска при диаметре 100 мм  $L$  более допускается увеличивать до 20 м.

Достаточно выполнить схемы стояка для одного из выпусков.

На схемах показывают;

- выпуски с указанием диаметров, уклонов, длины и отметок лотков трубопроводов в местах пересечения их с осями наружных стен здания или

сооружения; -

- отводные трубопроводы с указанием диаметров, уклонов, длины и отметок лотков трубопроводов;

- стояки с указанием диаметров.

При наличии .на стояках- Отступов ревизии устанавливаются врасположенных выше этажах. Причём они должны располагатьсявысоте  $l$  ч от пола до центра ревизий, но не менее чем на  $0,15$  м выше -сорта присоединяемого прибора. При.отсутствий на стояках отступов ревизии устанавливаются в подвальном или на первомиверхнем этажах.- .

3- жилых зданиях высотой более 5 этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через 3 этажа. В начале участков (по движению стояков<sup>4</sup>) отводных труб при количестве присоединяемых приборов, над которыми нет ревизии, три и более, следует -проектировать прочистку. На поворотах горизонтальных участков сети должны предусматриваться ревизии" или прочистки.

На горизонтальных участках сети наибольшие допускаемые принимаются согласно СНиП-/[2. табл.5]зависимости от диаметра трубопровода и характера сточных вод. Так, например, для бытовых сточных

46 .

вод при диаметре трубопровода 100-150 мм через каждые 15 м горизонтального участка должна устанавливаться ревизия.

Сеть дворовой канализации не генплане должна быть нанесена со всеми смотровыми, поворотными и контрольными колодцами. При проектировании дворовой сети следует стремиться к сокращению её длины с учётом места присоединения к городской сети и расположения канализационных выпусков из здания. Дворовая сеть не должна прокладываться ближе трёх метров от стен здания.

Контрольный колодец устанавливают на красной линии или на  $1-1,5$  м от неё в глубь двора. На всех участках дворовой канализационной линии нужно указать диаметры труб, длины участ ков и уклоны.

Составление продольного профиля дворовой канализации производится в следующих масштабах: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:500. Нумерация колодцев на профиле и генплане должна быть одинаковой.

При проектировании профиля дворовой канализации следует учитывать возможность использования рельефа участка с целью отыскания наиболее экономичного решения при производстве земляных работ.

Заглубление, трассы должно быть минимальным. При этом же лательно, чтобы дворовая сеть имела один и тот же уклон на всём протяжении. Минимальные уклоны при прокладке дворовой сети принимают для труб диаметром 150 мм - 0,008, а для труб диаметром 200 мм - 0,005.

Наименьшая глубина заложения лотка трубопровода дворового колодца принимается на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта. Для средней полосы России эта глубина иногда допускается равной 1,5 м. Уменьшение глубины заложения труб допускается при их утеплении или при высокой температуре стоков, исключающей необходимость-утепления.. Трубопроводы, заложенные, на глубине менее 0,7 м, должны быть, предохранены от повреждения наземным транспортом.

При проверочном расчёте пропускной способности труб Дворовой канализационной сети заполняется таблица, где указываются следующие данные: номер участка дворовой сети, расход-воды, длина участка, диаметр труб, скорость движения воды, наполнение, уклон, отметки лотка и земли, глубина колодцев.

## 2.2. Пример расчёта системы канализации • жилого дома

### 2.2.1. Выбор системы канализации

Систему канализации проектируем бытовую - для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов.

Для отвода дождевых италых вод с плоской кровли жилого здания проектируем систему внутреннего водостока.

Для отвода сточных вид в помещениях санузлов установлены умывальники, ванны и унитазы, в кухнях – мойкина одно отделение. Все санитарные приборы имеют гидравлические затворы. Унитазы оборудованы смывными бачками.

Отвод сточных вод осуществляется по закрытым самотёчным трубопроводам.

Сеть выполнена из чугунных канализационных труб диаметром 50 и 100 мм. Отводные линии от приборов проложены над полом на высоте 10 см.

Присоединен к стояку отводных трубопроводов осуществляется при помощи косых крестовин и тройников.

Прокладка внутренних канализационных сетей выполнена открыто, стояки проложены в нишах капитальной стены санузлов. Стояки выводятся на крышу на высоту на 0,5 м. На первом, шестом и третьем этажах на стояках установлены ревизии. Отводящие трубопроводы прокладываются под потолком подвала. На выпусках установлены прочистки на спусках. Сеть прокладывается с уклоном 0,02.

Для отвода сточных вод запроектирована сеть дворовой канализации. Диаметр сети 150 мм. Сеть выполнена из асбеста-цементных труб. На сети установлено шесть колодцев - четыре на Выпусках, один поворотный и контрольный, который расположен на расстоянии 1,5 м от красной линии в сторону двора.

Стоки сбрасываются в существующий канализационный колодец на уличной сети канализации. Генплан здания с сетями водопровода и канализации показан на рис.В.

Выпуск дождевых вод из внутренних водостоков принят открытым в лотки около здания. На водосточном стояке внутри здания предусмотрен гидравлический затвор с отводом талых вод в зимний период года в бытовую канализацию.

#### 2.2.2. Определение расчётного расхода сточных вод

Максимальный секундный расход следует определять по следующей методике.

#### 2.2.3. Расчёт канализационных стояков

В данном примере все стояки по нагрузке одинаковы, поэтому следует рассчитать один стояк, а остальные принять аналогично.

Расчёт канализационного стояка ведётся в следующем порядке.

1. Назначаем диаметр стояка - диаметр стояка должен быть не менее диаметра присоединяемой отводящей линии. Диаметр отводящей линии назначается по диаметру подсоединяемых к ней приборов. Диаметр выпуска от раковины, мойки, ванны - 50 мм,

от унитаза - 100 мм. На всех отводных линиях установлены унитазы - диаметр стояка принимаем 100 мм.

2. Определяем расчетный расход стоков у основания стояка. К стояку подключено 24 прибора, число потребителей 30, т.е.  $N = 24$  шт.;  $U = 30$  чел.

Определяем вероятность действия:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N}$$

3. Проверяем пропускную способность стояка. Диаметр поэтажного отвода 100 мм, принятый диаметр стояка 100 мм. Принимаем угол присоединения поэтажного отвода к стояку  $60^\circ$ , тогда максимальная пропускная способность стояка составит 4,9 л/с. Полученный расход стоков  $2,55 < 4,9$ . Следовательно, диаметр стояка принят верно. Принимаем диаметр стояка равным 100 мм.

В противном случае, если расход стоков больше максимальной пропускной способности, следует:

- 1) изменить угол присоединения;
- 2) изменить диаметр стояка.

#### 2.2.4. Расчёт выпусков

Расчёт канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости  $V$ , м/с, и наполнение таким образом, чтобы было выполнено условие

$$v\sqrt{H/d} \geq K$$

где  $K=0,5$  для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;  $K=0,6$  для трубопроводов из других материалов.

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопровода - не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить вышеприведенное условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, эти участки следует считать безрасчётными. Их следует прокладывать при диаметре 40 ... 50 мм с уклоном 0,03, а при диаметре 85 и 100 мм - 0,02.

В данном примере каждый выпуск объединяем по два равнонагруженных стояка, поэтому можно рассчитать один выпуск, а остальные принять аналогичными.

Определяем вероятность одновременного действия выпуска (при одинаковых потребителях воды):

$$P = \frac{q_{hr,u}^0 \cdot U}{q_0^c \cdot 3600 \cdot N}$$

### 2.2.5. Расчёт дворовой канализации

Для трубопроводов канализации диаметром до 150 мм включительно скорость движения жидкости  $\wedge$  следует принимать, не менее 0,7 м/с, наполнение не менее 0,3; расчётное наполнение трубопроводов диаметром 150 ... 250 мм - не менее 0,6; наименьшие диаметры труб - 200 мм для уличной сети, 150 мм - для внутриквартальной (табл.10).

Наименьшие уклоны трубопроводов принимают в зависимости от допускаемых минимальных скоростей движения сточных вод: наименьшие уклоны трубопроводов при расчётном наполнении для труб диаметром 150 мм - 0,008, для труб диаметром 200 мм - 0,005. Наибольший уклон трубопровода не должен превышать 0,15. Участки, в которых скорость менее 0,7 м/с при расчетном наполнении, считаются нерасчётными.

Заглубление первого колодца принимаем (колодец ККИ-I)

$$h_{з.т.} = h_{пром} - l$$

Где  $h_{пром}$  – глубина промерзания грунта принимаемая по заданию

Соединение с городской канализацией производим по шельгам. Сеть дворовой канализации проектируем в сторону двора. Минимальное расстояние от стены до оси трубопровода 3 и для сухих грунтов, 5 м - для мокрых. На выпусках устанавливаем смотровые колодцы, на повороте - поворотный. У красной линии на расстоянии 1-1,5 м в сторону двора устраиваем контрольный колодец". Диаметр всех колодцев - 1,0 м. Сеть прокладываем с минимальным уклоном, в контрольном колодце устраиваем перепад, а подключение в городском колодце осуществляем по шельгам.

При расчете канализационных сетей можно пользоваться номограммами 5 или 6 данной работы.

#### 2.2.6. Определение максимально часового расхода сточных вод

Примечание: по данным табл.10 строится продольный профиль сети дворовой канализации, представленный на рис.9.

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле:

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{dhr}^c \cdot \alpha_{hr}$$

Где  $q_{dhr}^c$  часовой расход холодной воды прибором, л/ч, принимается по Приложению 3

#### 2.2.7. Определение суточного расхода сточных вод

Суточный расход сточных вод равен расходу водопотребления без учёта расхода воды на поливку:

$$U = u_0 \cdot n_{кв} \cdot n_{эт}$$

#### 2.2.8. Монтаж системы канализации

Внутренняя канализационная сеть, состоящая из отводных трубопроводов, стояков, вытяжной части, горизонтальных линий, выпусков и устройств для прочистки, монтируется из чугунных канализационных труб диаметром 50 и 100 мм по ГОСТ 6942-80. Чугунные трубы соединяются с помощью раструбов. Щель между раструбом и гладким концом трубы заполняют жгутом из смоляной пряди и цементом. Для изменения направления трубопровода, присоединения боковых ответвлений, соединения труб различного диаметра используют фасонные части: колена, отводы, крестовины, тройники, отступы, патрубки.

На канализационных стояках установлены ревизии, позволяющие прочистить трубу во всех направлениях. Их выполняют в виде люков на трубе, закрываемых крышкой с резиновой прокладкой, которые притягиваются к корпусу двумя или четырьмя болтами.

На выпусках установлены прочистки, их выполняют из косого тройника и отвода. Сверху раструб закрывают заглушкой. Сточные воды собираются санитарными приборами - унитазами, мойками, умывальниками, ваннами.



### 3. ВНУТРЕННИЕ ВОДОСТОКИ

#### 3.1. Рекомендуемая последовательность проектирования

Внутренние водостоки должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель зданий в любое время года. Необходимость устройства внутренних водостоков определяется архитектурно-строительной частью проекта. Отвод вод из системы внутренних водостоков следует осуществлять в наружные сети дождевой или общесплавной канализации (отвод воды в систему бытовой канализации, не допускается).

При отсутствии в районе строительства дождевой или общесплавной канализации допускается выпуск воды из внутренних водостоков открыто в лотки около здания (открытый выпуск). Чтобы предохранить водосточный стояк от промерзания при открытом выпуске, внутри здания на стояке устраивается гидрозатвор, талые воды от которого в зимнее время следует отводить в бытовую канализацию. Независимо от результатов расчета на плоской кровле здания и в одной ендове должно быть установлено не менее двух водосточных воронок при максимальном расстоянии между ними 48 м.

При размещении водосточных воронок на кровле следует учесть особенности рельефа кровли и конструкции здания, исходя из площади водосбора, допускаемой на одну воронку. Водосточные воронки, отводящие воду с кровель, расположенных на разных уровнях, желательно подключать к самостоятельным стоякам. Однако возможно присоединение таких воронок к общему стояку, пропускная способность которого должна обеспечить пропуск всего расчётного расхода, не допустив залива нижней кровли стоками, поступающими через воронки верхней кровли.

Отводные трубопроводы от воронок обычно крепятся к элементам ферм, балок, колонн с помощью хомутов или подвесок, а подпольная часть трубопроводов прокладывается в каналах.

Соединение водосточной воронки со стояком делается эластичным, что достигается путём установки компенсационных раструбов, воспринимающих усилия, которые возникают при изменении температуры трубопроводов. Отводные трубопроводы прокладываются с изгибами, минимальная величина которых равна для подвес-, а также для трубопроводов

0,005. На стояках внутренних водостоков, не имеющих отступов, ревизии устанавливаются только на высоте  $1 \text{ м} * \text{ч}$  ад полом первого этажа, а при наличии отступов - дополнительно над каждым из них.

Ревизии, прочистки и смотровые колодцы на отводных трубопроводах устанавливаются по тем же правилам, что и в системах канализации зданий. Испытание трубопроводов внутренних водостоков на герметичность производится путём наполнения стояков водой при закрытом выпуске. Диаметр подвесных трубопроводов не должен превышать 300 мм.

Для расчёта системы внутренних водостоков необходимо, знать расчетный расход дождевых вод, а затем, учитывая расчетные расходы на одну водосточную воронку и один водосточный стояк, можно определить необходимое число воронок и стояков.

Расчётный расход дождевых вод  $q$  определяется по методу предельных интенсивностей в зависимости от величины водосборной площади кровли интенсивности дождя (л/с с 1 га). Водосборная площадь  $F$  равна горизонтальной проекции кровли плюс 30 % суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над нею.

При расчёте плоских кровель (уклон менее 1,5 %) задаются интенсивностью дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при периоде однократного превышения расчётной интенсивности дождя  $R$ , равной  $I$  году.

При расчёте скатных кровель (уклон более 1,5 %) задаются интенсивностью дождя для данной местности за время 5 мин.

После вычисления расчётного расхода (с водосборной площади кровли всего здания или его части) можно определить необходимое количество водосточных воронок и стояков, и их диаметры, поскольку общий расчётный расход по стояку не должен превышать величин, указанных в табл. II.

Диаметр поэтажного отвода	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, (при его диаметре, мм)			
		50	85	100	150

				0	
1	2	3	4	5	6
50	90	0, 8	2,8	4, 3	11,4
	60	1, 2	4,3	6, 4	17,0
	45	1, 4	4,9	7, 4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3, 2	8,6
	60	-	-	4, 9	12,8
	45	-	-	5, 5	14,5
150	90	-	-	-	7,2
	60	-	-	-	11,0
	45	-	-	-	12,6

### Порядок выполнения раздела курсового проекта "Внутренние водостоки"

1. Получение исходных данных для проектирования.
  - в) план кровли с размещением водосточных воронок (рис. 10)
  - б) поэтажные планы и разрезы
  - в) выкопировка из генерального пл. с нанесением подземных сетей водопровода и канализации.
2. Трассировка и расчёт сети внутренних водостоков.
3. Выполнение планов И схем.
 

На планах показывают:

  - разбивочные оси здания к расстояния между ними;
  - отметки чистых полов этажей;

- привязки к разбивочным осям здания сетей водостоков;
- обозначения стояков;
- диаметры трубопроводов.

На плане водостоков с кровли наносят диаметры отводных трубопроводов от воронок к стоякам. На схеме водостоков показывают:

- выпуски с указанием диаметров, уклонов, длины и отметок лотков трубопроводов в местах пересечения их с осями наружных стен здания и сооружения»
- отводные трубопроводы с указанием диаметров, уклонов, длины и отметок лотков трубопроводов;
  - стояки с указанием диаметров..

### 3.2. Расчёт внутреннего водостока

Для отвода дождевых и талых вод с кровли здания запроектирована - сеть внутреннего водостока. Выпуск дождевых вод из внутренних водостоков предусмотрен открыто в лотки около здания.

горячего водоснабжения с принудительной циркуляцией проектируются только с нижней разводкой трубопроводов, кроме случая, когда в зданиях высотой более 50 м система централизованного горячего водоснабжения разделяется на зоны по вертикали.

Для высоких зданий (9 этажей и более) с целью повышения устойчивости работы системы производят закольцовывание водоразборных стояков поверху, и присоединяют Перемычку к общему циркуляционному стояку.

Учет воды в системах горячего водоснабжения обычно производится только при- централизованных системах с помощью горячеводяных счётчиков воды, которые устанавливаются в открытых системах теплоснабжения на подающих трубопроводах после смесительного узла и на общих циркуляционных трубопроводах. При наличии закрытой системы теплоснабжения применяется обычный счётчик для холодной воды который устанавливается на трубопроводе, подающем холодную воду в водонагреватель. Трубопроводы систем горячего водоснабжения диаметре;\* труб до 150 мм следует прокладывать из стальных оцинкованных или пластмассовых труб.

При проектировании стояков системы горячего водоснабжения следует предусмотреть возможность выпуска воздуха из верхней части стояков

(через специальное воздухопускное устройство или через водоразборную арматуру), а также спуске воды из стояка в нижней его точке.

В целях максимального сокращения теплопотерь трубами Системы горячего водоснабжения производится тепловая изоляция подающих и циркуляционных трубопроводов (кроме подводок к водоразборным приборам). Исключение может быть сделано для стояков, если они проходят открыто в отапливаемых помещениях.

Трубопроводы систем горячего водоснабжения должны прокладываться с уклоном не менее 0,002, причем в верхней части трубопровода должна быть предусмотрена установка воздухо-спускового устройства.

Трубопроводы систем горячего водоснабжения должны иметь компенсаторы, воспринимающие температурные удлинения труб.

#### Установка арматуры в системах горячего водоснабжения

Установка запорной арматуры в системах горячего водоснабжения производится по аналогии с системой холодного водопровода, т.е. арматура устанавливается:

а) на ответвлениях трубопроводов к секционным узлам водоразборных стояков и отдельным зданиям;

б) на ответвлениях трубопроводов в квартиру или помещение, где установлены водоразборные приборы;

в) у основания водоразборных и циркуляционных стояков, а также в верхней части стояков, если несколько стояков закольцованы перемычками.

Обратные клапаны в системах горячего водоснабжения устанавливаются:

- на участках трубопроводов, подающих воду к групповым смесителям;

- на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к водонагревателям;

- на ответвлениях от обратного трубопровода тепловой сети к терморегулятору и на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к обратному трубопроводу, тепловой сети

в системах с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловых сетей.

С учетом того, что в системе горячего водоснабжения циркулирует вода с высокой температурой, арматура диаметром до 50 мм включительно должна быть бронзовой, латунной или изготовленной из термостойких пластмасс с соответствующими уплотнительными материалами (прокладками и сальниками).

Диафрагмы для дросселирования давления в системах горячего водоснабжения должны быть изготовлены из латуни или нержавеющей стали.

>

4.2. Определение расчётных секундных расходов горячей воды на хозяйственно-питьевые нужды. Расход горячего водоснабжения на хозяйственно-питьевые нужды производится по секундному расходу

$$q^0 = 5 \cdot q_c^0 \cdot \alpha$$

где  $Q_p$  - расход горячей воды одним водоразборным прибором (л/с)\* величину которого принимают по прил.7. Если на расчетных участках сети трубопроводов систем устанавливаются различные по производительности водоразборные приборы, то следует значение принимать для прибора, для которого расход горячей воды является наибольшим, как и при расчете холодного водопровода;  $\alpha$  - безразмерная величина, которую.

На стояке внутри здания установлен гидравлический затвор для отвода талых вод в зимний период года в бытовую канализацию. На плоской кровле здания установлены два водосточные воронки: Для прочистки сети внутренних водостоков в нижнем этаже, установлены на стояках ревизии. Присоединение водосточных воронок к стоякам выполнено при помощи компенсационных раструбов с эластичной заделкой.

К установке принимаем две водосточные воронки. Диаметр водосточного стояка принимаем 85 мм. Расход на одну водосточную воронку приблизительно 2 л/с. Под потолком шестого этажа на лестничной площадке - проложены отводные трубопроводы от воронок к стоякам К2-1 и К2-2 с уклоном 0,005. Сеть водостока выполнена из чугунных канализационных труб.

## 4. ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

4.1. Основные требования к системе горячего водоснабжения и рекомендуемая последовательность её разработки

Системы горячего водоснабжения должны обеспечивать подачу потребителям горячей воды требуемого качества и температуры с необходимыми расходом и напором при условии надежной бесперебойности работ.

Требования к надежности работы системы горячего водоснабжения аналогичны требованиям, предъявляемым к работе системы холодного водопровода, которые изложены выше.

Нормативные данные для расчета систем горячего водоснабжения .....приведены в СНиП 2.04.01-85.

Системы горячего водоснабжения подразделяются на централизованные (с приготовлением горячей воды в одном месте и транспортированием ее потребителям по трубам) и местные (с приготовлением горячей воды на месте потребления ). Централизованные системы обеспечивают водой группу зданий, микрорайон, "город. При централизованных системах водоразборвозможен непосредственно из тепловой сети или с приготовлением горячей воды путем теплообмена в тепловых пунктах, присоединенных к тепловым сетям, с нагревом воды в водогрейных котлах, контактных водонагревателях или теплообменниках, установленных в котельных.

В местных системах вода подогревается в малых количествах а помощью водонагревателей (колонки н.ч твердом или газообразном топливе, электрические нагреватели и др.).

Пункты подогрева воды располагаются а центральной части снабжаемого горячей водой района с целью сокращения протяженности тепловых сетей и теплопотерь трубами.

Системы централизованного горячего водоснабжения зданий ариналиции открытых систем следует присоединять к наружным тепловым двухтрубным сетям непосредственно к подающему и обратному трубопроводам, а при наличии, закрытых систем - через вод подогреватели, где теплоносителем являетсяперегретая вода. Если теплоносителем .в

закрытой системе является пар, то система горячего водоснабжения должна подключаться через пароводонагреватель.

В системах централизованного горячего водоснабжения зданий обычно устраивается непрерывная циркуляция горячей воды, что позволяет поддерживать ее нормативные температурные параметры.

Если в здании имеется система горячего водоснабжения, то к ней подключаются стояки с полотенцесушителями, устанавливаемые в душевых и ванных комнатах.

Если системы с естественной циркуляцией могут проектироваться как с верхней, так и с нижней разводкой, то системы

следует определять по прил. 9 в зависимости от общего количества водоразборных приборов  $N$  на расчетном участке сети, трубопроводов и вероятности  $P$  в час наибольшего, водопотребления. По прил. 8 следует определять значение  $\lambda$  при величине и количестве водоразборных приборов. В других случаях значения  $\lambda$  следует определять по прил. 9.

Таким образом, необходимо определить вероятность действия водоразборных приборов  $P$ .

Потери напора на участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять:

- для систем, где не требуется учитывать застывание труб,

$$h = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}, \text{ м,}$$

где  $\lambda$  — коэффициент

гидравлического трения или гидравлического сопротивления;

$l, d$  — соответственно, длина и внутренний диаметр трубопровода расчетного участка, м;

$V$  — средняя скорость движения воды в трубопроводе расчетного участка, м/с;

#### 4.3. Определение расчетных часовых расходов горячей воды на хозяйственно-питьевые нужды



ь

Для определения часовых расходов горячей воды час наибольшего водопотребления при расчете поверхностей теплообмена водонагревателей и регулирующих емкостей баков-аккумуляторов следует применять формулу

Вероятность использования санитарно-технических приборов для систем в целом определяется по формуле

$$q_T^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.17)$$

где

$q_T^c$  - средний часовой расход

холодной воды за сутки наибольшего водопотребления;

$q_u^c$  – норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут; принимается по заданию (в общем случае – по Приложению И [1]);

$U$  – общее количество потребителей (жителей) определяется по формуле (2.1);

$T$  – время потребления воды ( $T = 24$ ), ч;

1000 – коэффициент пересчета ( $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$ ).

В прил.2 приведены суточные и часовые нормы расхода горячей воды различными потребителями. Пользуясь этими данными, можно для каждого конкретного объекта определить расход горячей воды за сутки наибольшего водопотребления (м<sup>3</sup>/сут) при расчете ёмкости баков-аккумуляторов; •

Расход горячей воды за сутки при определении количества тепла, потребляемого системой горячего водоснабжения в среднем в сутки за период со среднесуточной температурой наружного воздуха, меньшей или равной 8 °С, следует подсчитывать по формуле

$$q_T^c = \frac{q_u^c \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $q_T^c$  - средний часовой расход холодной воды за сутки наибольшего водопотребления;

$q_u^c$  - норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут; принимается по заданию (в общем случае – по Приложению И [1]);

$U$  – общее количество потребителей (жителей) определяется по формуле (2.1);

$T$  – время потребления воды ( $T = 24$ ), ч;

1000 – коэффициент пересчета ( $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$ ).

\

При расчетах систем горячего водоснабжения возникает необходимость в определении расчетных расходов тепла:

а) максимальных для определения поверхностей теплообмена водонагревателей:

б) средних для определения необходимого запаса тепла в баках-аккумуляторах:

в) средних для определения расхода тепла за период со среднесуточной температурой наружного воздуха  $t_{\text{н}}$  меньшей или равной  $8^\circ\text{C}$ :

Расчет системы горячего водоснабжения сводится к расчету трубопроводов системы, а также водонагревателей и баков-аккумуляторов, если они в системе имеются.

#### 4.4. Расчет подающих\*трубопроводов системы горячего водоснабжения

Норддок этого расчета принципиально не отличается от порядка расчета системы холодного водопровода. Однако при расчете подающих трубопроводов системы горячего, водоснабжения следует учитывать следующее:

1. Максимально допустимые значения скоростей в трубопроводах и стояках должны быть не более 1,5 м/с, а в подводках к приборам - не более 3,0 м/с.

2. Местные сопротивления в системе учитываются путем умножения потерь напора по длине участка на коэффициент: 1,2 - для подающих (распределительных) трубопроводов;

1,5 - для трубопроводов в пределах тепловых пунктов и для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями..

3. При расчете систем горячего водоснабжения (кроме случая непосредственного водоразбора из тепловой сети) следует определять потери напора с учетом уменьшения диаметра труб из-за возможного их зарастания при отложении накипи на внутренние поверхности стенок труб.

Расчетное уменьшение диаметров труб вследствие их зарастания изменяется от 3,6 мм при диаметре трубы 15 мм до 5,9 мм при диаметре трубы **250** мм.

При расчете внутренних систем горячего водоснабжения достаточным является учет влияния зарастания труб путем умножения суммарных потерь напора в системе на коэффициент 1,2.

При определении расчетных расходов в системах централизованного горячего водоснабжения нужно учитывать необходимость подачи потребителю неостывшей воды (с температурой у водоразборных кранов при открытых системах теплоснабжения не ниже 60 °С, а при закрытых системах - не ниже 50 °С). Максимально допустимая температура горячей воды у водоразборных приборов не должна быть выше 75 °С, а нормы расхода горячей воды установлены относительно средней температуры горячей воды  $t_{г.с} = 55$  °С (из расчета питания от закрытой системы теплоснабжения) [2]. Средняя температура воды при открытых системах теплоснабжения равна 65 °С.

Предупреждение остывания воды достигается путем постоянной циркуляции горячей воды в системе, для чего централизованные системы горячего водоснабжения, помимо подающих трубопроводов, имеют циркуляционный трубопровод.

Если для расчета системы трубопроводов холодного водопровода расчетный расход определялся только с учетом питания потребителей воды,

то при расчете системы горячего централизованного водоснабжения необходимо по подающим трубопроводам, кроме подачи расхода на хозяйственно-бытовые нужды, учитывать одновременно циркуляционный расход, необходимый для поддержания заданной температуры воды в системе.

Величина циркуляционного расхода в подающих трубопроводах должна быть подсчитана для наиболее неблагоприятного случая - полного отсутствия водоразбора, так как именно в этом случае произойдет максимальное остывание воды а системе засчет теплопотерь трубопроводами.

Величина требуемого напора на вводе в задание для систем горячего водоснабжения определяется по той же методике, что для систем холодной водоснабжения. Превышение величины требуемого напора над величиной гарантированного напора вызывает необходимость устройства насосной установки, создающей напор, равный по величине недостающему до требуемого.

Трубопроводы внутренней системы централизованного горячего водоснабжения в системах, где не требуется установки повысительных насосов, подсоединяются к магистралью\*! трубопроводам: подающему и циркуляционному.

В точках их присоединения имеется перепад давлений, равный разности давлений в подающей и циркуляционной магистральных. Система будет работать нормально, если суммарная потеря напора по расчетному направлению будет равна величине имеющегося перепада давлений. Если потери напора оказываются больше величины перепада давлений, то их можно несколько уменьшить за счет увеличения диаметров циркуляционного трубопровода (не допуская, однако, превышения диаметров циркуляционных линий над диаметрами подающих). Если потери напора в сию-теме меньше величины перепада давлений, то следует увеличить их за счет некоторого уменьшения диаметров циркуляционных, - трубопроводов, увеличивая циркуляционные расходы или установки диафрагм на циркуляционных трубопроводах.

Необходимо учитывать, что в целях обеспечения равномерной нагрузки на все стояки системы следует производить увязку потерь напора в циркуляционных контурах трубопроводов системы, не допуская величины

невязка во всех контурах более чем на 10 % потерь на пути от точки присоединения ввода к магистрали до диктующего водоразборного прибора.

#### 4.6. Диафрагмы в системах горячего водоснабжения

Установка диафрагм на циркуляционном трубопроводе системы производится тогда, когда не удастся путем подбора диаметров увеличить потери напора до необходимой величины и тем самым увязать систему.

Диаметр диафрагмы не допускается принимать менее 10 мм., Если же возникает необходимость ставить диафрагму диаметром менее 10 мм, то на циркуляционном трубопроводе вместо диафрагмы может быть установлен регулировочный кран, степенью закрытия которого устанавливается требуемая потеря напора в циркуляционном трубопроводе.

#### 4.7. Расчет баков-аккумуляторов

Основное назначение баков- аккумуляторов в системах горячего водоснабжения есть накопление горячей воды при превышении расхода подаваемой воды над расходом потребляемой и, наоборот, подача а петь расхода из магистральной сети горячей воды в период превышения потребления над ее подачей.-

В отдельных зданиях (банных, душевых, прачечных) баки-аккумуляторы горячей воды устанавливаются на одной отметке с баками холодной воды, что позволяет уравнивать напоры воды, подаваемой к водоразборным приборам, а это важно для их устойчивой работы в установленном режиме.

Регулирующая ёмкость баков-аккумуляторов

определяется по формуле где  $A_{\text{н}}$  - необходимый запас тепла в баке-

$$W = \frac{\Delta Q}{\rho \cdot c_p \cdot \Delta t} \quad (2)$$

аккумуляторе, обеспечивающий бесперебойное потребление горячей воды при заданном режиме её подачи, ккал. Величина  $\Delta Q$  определяется как разность подаваемого и потребляемого количества тепла. Такие данные могут быть получены при специальных замерах на аналогичных действующих объектах.

СНиП 2.04.01-Юо рекомендует при отсутствии результатов вышеуказанных замеров определять необходимый запас тепла:

а) при бесперебойной работе водоподогревателя в течение всего периода потребления тепла в зависимости от расчетной производительности водонагревателя и коэффициента часовой неравномерности потребления тепла  $K$  ;

б) при ограниченном времени работы водонагревателя постоянной производительностью и постоянном потреблении горячей воды в течение периода потребления тепла (сутки, смена ит.п.) в зависимости от времени работы водонагревателя и коэффициента часовой неравномерности потребления тепла  $K$  .

Коэффициент часовой неравномерности потребления тепла  $K$  на нужды горячего водоснабжения здания, сооружения или группы зданий и сооружений определяется как отношение расчетного часового расхода тепла на горячее водоснабжение к среднедневному расходу тепла за сутки наибольшего потребления горячей воды. В целях повышения надёжности работы баков-аккумуляторов их количество принимается не менее двух, т.е. по 50 % рабочего объема каждый.

#### 4.9. Пример расчета горячего водоснабжения жилого здания

Рассматриваемое в данном примере здание имеет централизованное горячее водоснабжение с принудительной циркуляцией. Система горячего водоснабжения дома питается горячей водой от городской двухтрубной тепловой сети открытой системы теплоснабжения путём непосредственного присоединения к подающему и обратному теплопроводам. Перепад давления в точках присоединения системы здания к трубопроводам городской сети<sup>1</sup> составляет

$\Delta H_{гор.сеть} = 40,0 \text{ м.вод.ст.}$  Подводка горячей воды осуществляется к смесителям умывальников, моек и ванн.

Условно принимается отсутствие полотенцесушителей (для сокращения объема расчёта), хотя при реальном проектировании установку полотенцесушителей следует предусматривать.

В целях сокращения расчётов заданы условия, при которых нет необходимости в расчете насосно;<sup>1</sup> погасительной установки (см. пример расчёта системы холодного водопровода), а также

бака-аккумулятора, скоростного водонагревателя и диафрагмы, так как в общей части раздела "Горячее водоснабжение" данного пособия даны все необходимые сведения для их расчёта.

В объём расчёта - в данном примере не входит также увязка потерь напора в трубопроводах по контурам, подающих и циркуляционных ветвей различных стояков, а лишь делается расчет по одному наименее выгодно расположенному стояку.

Принимается трассировка подающих и-циркуляционных трубопроводов, производится их разбивка на расчётные участки.

#### 4.9.1. Гидравлический расчёт водопроводной сети горячей воды

Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения следует проводить на расчетный расход горячей-воды  $Q_{л/}$  с учетом циркуляционного расхода, определяемого по формуле

где  $D_{ссс}$  - коэффициент, принимаемый для водонагревателей и начальных участков систем: до первого водоразборного стояка по прил.б) 1  $D_{-}$  остальных участков сети равным 0. Циркуляционный расход горячей воды в системе  $Q^{<}$  л/с, следует определять по формуле

где  $u$  - теплопотери труб отводами горячего водоснабжения, кВт;  $\Delta t$  - разность температур в водоподводящих точках системы от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки, °C;  $\beta$  - коэффициент разрегулировки циркуляции.

Значение  $\beta$  зависит от схемы горячего водоснабжения следует определять.

1. - для систем, в которых не предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам - по подающим и разводящим трубопроводам при  $\beta = 10$  или 1,

- для систем, в которых предусматривается циркуляция воды по водоразборным стоякам с переменным сопротивлением циркуляционных стояков, - по подающим трубопроводам и водоразборным стоякам при  $\beta^* =$

10 °C и  $\xi = 1$ , при одинаковом сопротивлении секционных узлов, или стояков - по водопроводным стоякам при  $\Delta t = 8,5$  °C и  $\Phi = 1,3$ ;

- для водоразборного стояка или секционного узла теплопотери - по подающим трубопроводам, включая кольцевую перемычку, принимая  $\Delta t = 8,5$  °C и  $J \cdot I$ .

Для расчёта принимаем  $d_i = 8,5$ ;  $J_b = 1$ .

Расчётные секундные расходы горячей воды для хозяйственно-питьевых целей определяют в том же порядке, что и для системы холодного водопровода, т.е.

Для определения величина / вычисляем вероятность действия приборов  
Р:  $\wedge$

где  $Q^{*,ч} = Q \text{ л/ч } [J \cdot 2^{\wedge}]$  обязательное (для жилого дома с централизованным горячим водоснабжением, ваннами 1500 -1700 мм и душами) приложение 3;  $t_j$  - норма расхода горячей воды на одного жителя в час наибольшего водопотребления; ( $X$  - количество потребителей горячей воды).

Принимаем заселённость одной квартиры - пять человек  $U = 5 \times 48 = 240$  чел.;  $N = 3 \times 48 \cdot 144$  прибора.

Расчетная схема системы горячего водоснабжения показана на рис.12<sup>^</sup>  
аксонометрическая схема системы горячего водоснабжения - на рис.13.

Вероятность действия приборов:

Следующим этапом расчёта является определение расходов на каждом расчётном участке, для чего по каждому участку вычисляется значение  $U_P, X$ , а затем при постоянном значений подсчитываем значение на участке. Результаты подсчётов сводим-в таблицу (табл. 13). Подбор диаметров труб на участках по полученным расходам производить нельзя, так как одновременно с хозяйственно-питьевым расходом по трубам пропускается циркуляционный расход, с помощью которого предотвращается остывание воды в системе сверх допускаемых пределов.



На планы здания каждой группы приборов наносятся стояки диаметром 100 мм. Стояки размещают в санузлах (обычно в кабинах с унитазом) таким образом, чтобы длина отводных линий была короче. При этом стояки выносятся выше кровли на 0,5 м, образуя вытяжные трубы. От санитарных приборов к стоякам прокладываются отводные линии с указанием их длин, диаметров, уклонов. Диаметр отводов от унитаза принимается равным 100 мм, а от мойки, ванной и умывальника – 50 мм (таблица 2.1).

От стояков через фундамент здания прокладываются выпуски. На выпусках указывается их длина, диаметр и уклон.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 м. Исключение составляют ответвления от приборов длиной до 1,5 м.

. Необходимо найти  $\rho$  на каждом участке. По прил.[2] при задаваемом значении следует найти коэффициент, далее по формуле определить расчётный расход горячей воды  $Q_{г.р.}$ , по которому подобрать диаметры трубопроводов на участках исходя из заданных скоростей движения воды.

Теплопотери в подающих Трубопроводах для жилых домов принимаем равным  $B$  % от расхода тепла:

По таблицам гидравлического расчёта стальных водонагревательных труб подбираем диаметр участков, потери напора на 1 метр исходя из требования СНиПа о недопущении скорости движения в трубах более 1,5 м/с.

Далее для каждого участка вычисляем величину **потерь** напора по длине и, умножая их на коэффициент местного сопротивления, получаем потери напора на участках с учётом потерь напора в местных сопротивлениях.

. Затем выполняем расчёт циркуляционного трубопровода от точки до участка, городской сети. Диаметр участка циркуляционного трубопровода принимаем на 1-2 размера меньше диаметров соответствующих участков подающего трубопровода, причём по всей высоте стояка диаметр принимается одинаковым. Циркуляционный стояк должен пропускать расход, равный сумме, записывается в столбце берётся из расчёта подающего трубопровода. Результаты записываются в графу

Общие потери напора необходимо увеличить на 20 % для учета влияния застоя воды в трубах.

Для учета расхода горячей, воды устанавливаем два горячеводных водомера: один на подающем трубопроводе, второй на циркуляционном.

Разность показаний этих двух счётчиков равна количеству израсходованной зданием воды. Подбор водомера производится так же, как и в местах холодного водопровода.