

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛОРУССИИ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ  
И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

# Методические указания

к выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Санитарно-техническое оборудование здания»  
*для студентов специальности*  
1-70 04 03 - «Водоснабжение, водоотведение  
и охрана водных ресурсов»

*дневной и заочной форм обучения*

Брест 2015

УДК 696.1(075,8)

Методические указания подготовлены для студентов дневной и заочной форм обучения, изучающих курс «Санитарно-техническое оборудование здания».

Настоящее пособие содержит порядок выполнения курсового проекта, необходимые методические рекомендации, а также перечень требуемой литературы.

Составители: Волкова Г.А., к.т.н., доцент  
Сторожук Н.Ю., доцент

Рецензент: главный инженер ИООО «Гидростал Бел» Корнейчик А.Н.

## Содержание

Состав проекта.....	4
<b>1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения</b> .....	<b>5</b>
1.1 Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка.....	5
1.2 Составление аксонометрической схемы.....	7
1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода.....	8
1.3.1 Определение расчетных расходов воды.....	8
1.3.2 Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках.....	9
1.3.3 Подбор водомера.....	9
1.3.4 Определение требуемого давления.....	10
<b>2 Внутренний водопровод горячего водоснабжения</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Внутренняя канализация</b> .....	<b>16</b>
3.1 Устройство и трассирование внутренней канализации.....	16
3.2 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках.....	19
3.3 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках.....	20
<b>4 Внутренние водостоки</b> .....	<b>21</b>
<b>5 Дворовая канализационная сеть</b> .....	<b>25</b>
5.1 Устройство дворовой канализационной сети.....	25
5.2 Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети.....	25
5.3 Гидравлический расчет дворовой канализационной сети.....	26
<b>6 Устройство и расчет внутридомового газопровода</b> .....	<b>27</b>
Расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения.....	31
Расчет системы внутреннего горячего водопровода.....	34
Расчет системы внутренней канализации.....	40
Гидравлический расчет дворовой канализационной сети.....	41
Расчет внутренних водостоков.....	44
Расчет внутридомового газопровода.....	45
Литература.....	47
Приложение 1.....	48
Приложение 2.....	49
Приложение 3.....	50
Приложение 4.....	51
Приложение 5.....	52
Приложение 6.....	53
Приложение 7.....	54
Приложение 8.....	55

### Состав проекта

1. Расчетно-пояснительная записка, включающая: титульный лист, состав проекта, задание на проектирование, оглавление, ведение, основную часть, заключение, список литературы.

В расчетно-пояснительной записке должны быть приведены основные положения по выбору, конструированию, расчету внутренних систем водопровода, канализации и газопровода. Объем пояснительной записки 30-35 страниц.

2. Графическая часть (2 листа формата А1):

генплан участка (М 1:500) с инженерными сетями с обозначением их основных параметров (диаметр, уклон, длина);

план типового этажа (М 1:100) с нанесением санитарных узлов, приборов, а также инженерных сетей В1, К1, Т3, Т4;

план подвала (М 1:100) с нанесением инженерных сетей В1, К1, Т3, Т4 с указанием их основных параметров (диаметр, уклон, длина);

план первого этажа (М 1:100) с нанесением сетей Г1, К2;

аксонометрические схемы (М 1:100): внутренних холодного и горячего водопроводов (для всего здания), внутренней канализации (фрагмент, по одному выпуску, обслуживающему не менее двух стояков);

продольный профиль дворовой канализации (М<sup>н</sup> 1:100, М<sup>г</sup> 1:500).

Условные обозначения и сокращения

1	2	3	4
В1	водопровод хозяйственно-питьевой.		манометр
В2	водопровод противопожарный		фильтр
В3	водопровод производственный		кран пожарный
К1	канализация бытовая		мойка кухонная (на планах, разрезах и схемах)
К2	канализация дождевая (внутренние водостоки)		умывальник (на планах, разрезах и схемах)
К3	канализация производственная		ванна (на планах, разрезах и схемах)
Т3	подающий трубопровод горячего водоснабжения		унитаз (на планах, разрезах и схемах)
Т4	циркуляционный трубопровод горячего водоснабжения		воронка водостока колпачковая (на разрезах и схемах)
Г1	газопровод низкого давления до 0,005 МПа		воронка водостока плоская (на разрезах и схемах)
Ст В1-1	стояк водопровода В1 по порядку нумерации 1-й		труба канализационная раструбная
Ст К1-1	стояк канализации К1 по порядку нумерации 1-й		колесо (угол поворота 135°)
	соединение трубопроводов		отвод (угол поворота 90°)
	пересечение трубопроводов без соединения		тройник прямой (для стояков)

Продолжение таблицы

1	2	3	4
	смеситель для мойки или умывальника		тройник косой (для горизонтальных участков)
	смеситель с душевой сеткой		крестовина прямая (для стояков)
	смеситель общий для ванны и умывальника		крестовина косая (для горизонтальных участков)
	вентиль запорный (диаметром 15, 20, 25, 32, 40 мм)		сифон (гидрозатвор) коленчатого типа
	задвижка (диаметром 50 мм и более)		сифон (гидрозатвор) бутылочного типа
	клапан обратный		прочистка (косой тройник с пробкой)
	водомер (счетчик расхода воды)		ревизия
	насос центробежного типа		плита газовая бытовая четырёхгорелочная (в плане)

## 1 Внутренний водопровод холодного водоснабжения.

### 1.1 Выбор системы внутреннего водопровода, его устройство и трассировка

Водопроводная сеть в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций здания и водопроводным вводом, обеспечивающая подачу воды к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию, называется *внутренним водопроводом*. Сети внутреннего водопровода бывают: 1) тупиковыми, которые применяют в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве одного ввода; 2) кольцевыми, которые применяют в системах внутренних водопроводов, требующих непрерывной подачи воды; 3) комбинированными, которые применяют в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств; 4) зонными, при которых подача воды в здание производится не менее, чем по двум вводам, а в каждую зону – не менее, чем под двум стоякам из кольцевой магистральной сети (в высотных зданиях).

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) включают: вводы в здание, водомерные узлы, разводящую сеть, стояки, подводки к санитарным приборам и технологическим установкам, водоразборную, смесительную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода надлежит включать насосные установки и запасные и регулирующие емкости, присоединенные к системе внутреннего водопровода.

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды. В отечественной практике применяют стальные, пластмассовые и металлополимерные

(металлопластиковые) трубы. Для устройства вводов водопровода рекомендуется применять чугунные напорные трубы класса А и Б по ГОСТ 9583-75.

Трассировкой сети называется размещение на водопроводной сети арматуры, фасонных частей, водопроводных колодцев и других деталей, которые показаны условными обозначениями (см. Приложение 1,2.). Трубы прокладывают по кратчайшим расстояниям, учитывая удобство монтажа труб, простоту и надежность крепления их к стенам, возможность свободного доступа к трубам и арматуре.

Вводом называется участок напорного трубопровода, проложенный в грунте ниже глубины промерзания и соединяющий внутренний водопровод с сетью наружного городского или производственного водопровода. Длина ввода определяется расстоянием между колодцем, в котором ввод присоединяется к наружной сети, и водомерным узлом, устанавливаемым внутри здания или в наружном водопроводном колодце. Ввод водопровода в здание состоит из узла присоединения к наружной сети водопровода, подземного участка трубопровода, проложенного от наружной сети до здания с уклоном 0,003 в сторону наружной сети для возможности его опорожнения. В местах присоединения вводов к наружным сетям городских и производственных водопроводов устраиваются колодцы с установленными в них задвижками, при диаметре вводов 40 мм и менее – вентилями. Ввод прокладывают из чугунных труб диаметром 50 мм и более, из стальных труб диаметром менее 50 мм. Количество вводов принимается на основании [1] п. 9.1.

Для учета расхода воды применяют различного типа счетчики, которые устанавливаются на вводе в жилое здание. При диаметре ввода до 50 мм устанавливаются крыльчатые водомеры, при диаметре свыше 50 мм – турбинные водомеры.

Водомерный узел состоит из водомера, запорной арматуры и контрольно-впускного крана. Кроме того, водомерный узел включает обводную линию с установкой вентиля, который в обычное время запломбирован и находится в закрытом положении.

В зданиях водомеры размещают открыто, вблизи наружной стены, в подвалах, в приятках, под лестничными клетками или под коридорами.

Магистральные трубопроводы служат для подачи воды к распределительным трубопроводам (стоякам). Магистральные могут прокладываться в подвале или под полом первого этажа (нижняя разводка), под потолком верхнего этажа или на чердаке (верхняя разводка). Магистральная сеть устраивается обычно открыто под потолком подвала с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода.

Распределительные трубопроводы (стояки) служат для подачи воды к группам водоразборных приборов, установленных на разных этажах, а подводки – для подачи воды от стояка к отдельным водоразборным приборам. Стояки и подводки прокладывают двумя способами: открытой прокладкой (по колоннам, стенам) или скрытой прокладкой (в бороздах и каналах).

Подводки прокладывают на высоте 0,3 м от пола с уклоном 0,002-0,005 в сторону стояков для возможности выпуска воздуха из сети и спуска воды. На подводках в местах их ответвления от стояков устанавливают вентили.

### 1.2 Составление аксонометрической схемы

На аксонометрической схеме (см. Приложение 3) должны быть показаны все элементы внутреннего водопровода от водопроводного колодца на уличной сети: ввод водопровода, пересечение его со стеной подвала, водомерный узел, магистраль, стояки, поквартирные разводки и подводки к приборам, водоразборная арматура. Необходимо предусмотреть установку запорной арматуры (вентилей и задвижек) в следующих местах:

на каждом вводе; у основания стояков в зданиях высотой в три этажа и более; на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных приборов; на ответвлениях в каждую квартиру; на подводках к смывным бачкам, к смывным кранам.

Кроме этого, следует проставить абсолютные отметки: поверхности земли, пола подвала и этажей, осей труб ввода, водомера, магистрали (с учетом уклона) и диктующего водоразборного устройства. На схеме необходимо обозначить расчетные участки и показать их диаметры, определенные в результате гидравлического расчета. Все стояки следует подписать (например, Ст. В1-1).

В тех случаях, когда близко расположенные стояки на чертеже накладываются друг на друга, следует отнести один из них на свободное место, как бы отсекая стояк у основания, точки отсечения соединить штриховой линией. Если планировка санузлов на всех этажах одинакова, можно ограничиться вычерчиванием всех разводящих трубопроводов по узлам только на верхних этажах, на остальных этажах на схеме можно показать только места и направления ответвлений трубопроводов от стояков до первого запорного вентиля.

Аксонометрическая схема строится без масштаба, но все же необходимо соблюдать некоторую соразмерность длин, участков и элементов системы. Это позволит обеспечить соответствие графического изображения системы ее реальному виду.

### 1.3 Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Гидравлический расчет сети холодного водопровода начинают после конструктивного решения всей схемы системы холодного водоснабжения, вычерчивания аксонометрической расчетной схемы подающих трубопроводов всего расчетного здания.

Цель гидравлического расчета внутреннего холодного водопровода заключается в определении расчетных расходов, диаметров труб и потерь давления на расчетных участках и во всей системе таким образом, чтобы обеспечить бесперебойное водоснабжение всех потребителей в здании с необходимым давлением.

Гидравлический расчет осуществляется в следующей последовательности:

Выбирается *диктующая точка* – наиболее удаленное от ввода и высоко расположенное водоразборное устройство.

Направление (путь), по которому движется вода к диктующей точке, является *расчетным*. В него входят: подводка к диктующему прибору, стояк, часть магистрали и ввод. Сеть разбивается на расчетные участки. Расчетным называется участок, расход воды на котором постоянный: участки трубопровода меж-

ду точками присоединения подводок водоразборной арматуры к квартирной разводке, квартирных разводов к стоякам, стояков к магистрали. Разбивка на расчётные участки осуществляется против хода движения воды, начиная от диктующей точки.

Определяется количество приборов, обслуживаемых расчетным участком. При этом поливочные краны в расчет не включаются.

### 1.3.1 Определение расчетных расходов воды

Гидравлический расчет внутреннего водопровода производят по максимальному секундному расходу воды, который определяется по формуле:

$$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с},$$

где  $q_0^c$  – секунднй расход холодной воды прибором, величину которого следует определять согласно [1] (приложение Б);

$\alpha$  – коэффициент, определяемый по приложению В.2 [1], в зависимости от произведения общего числа приборов  $N$  на расчетном участке сети и вероятности их действия  $P$ , вычисляемой по формуле:

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

где  $q_{hr,u}^c$  – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления (приложение Б [1]), л/час;

$N$  – общее число санитарно-технических приборов в здании;

$U$  – общее число водопотребителей в здании, чел., принимается по средней заселенности квартир (количество комнат в квартире + 1 без учета кухни).

### 1.3.2 Определение диаметров труб и потерь напора на расчетных участках

Скорость движения воды в трубопроводах внутренних систем водоснабжения следует принимать от 0,3 до 3 м/с [1]. Диаметры труб на расчетных участках назначают, исходя из расчетного расхода и рекомендуемой скорости движения воды, которая не должна превышать 1,5 м/с в магистралях и стояках, в подводках – не более 2,5 м/с. Рекомендуется наиболее экономичная скорость 0,7-1,2 м/с. Минимальный диаметр труб – 15 мм.

После назначения диаметров труб на расчетных участках определяют потери давления:

$$h_f = i \cdot l, \text{ МПа},$$

где  $l$  – длина расчетного участка, м;

$i$  – удельные потери давления на трение при расчетном расходе, определяемые по таблицам для гидравлического расчета систем холодного водоснабжения [7], МПа/м.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводятся в таблицу 1.1.

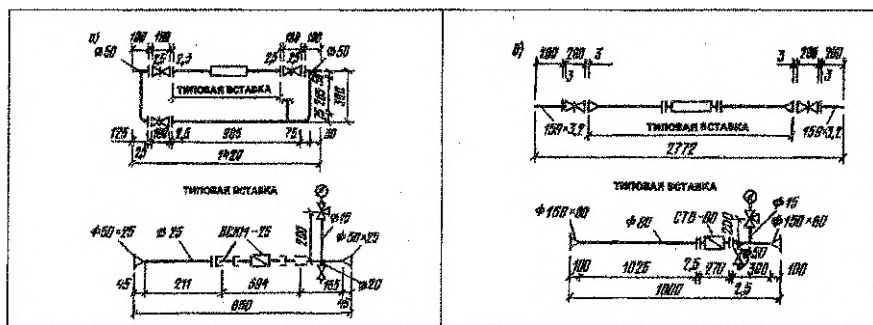


Таблица 1.1 – Гидравлический расчет внутреннего водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	$\alpha$	$\rho_c = 5 \alpha \rho_c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери давления 1000i, МПа/м	Длина расчетного участка L, м	Потери давления на участке H = i*L, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### 1.3.3 Подбор водомера

На внутренних водопроводных сетях жилых и общественных зданий диаметром до 200 мм чаще всего применяют скоростные счетчики воды. Подразделяются они на две группы: крыльчатые, ось вращения которых перпендикулярна направлению движения жидкости, и турбинные с осью вращения турбины, расположенной параллельно направлению движения жидкости. Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при расчетном максимальном расходе воды до 15 м<sup>3</sup>/час и диаметрах трубопроводов 15...50 мм, турбинные – при большем расходе воды и диаметрах трубопроводов 50...250 мм. Счетчики расхода воды предназначены для установки на вводах внутренних водопроводных сетей (см. рис. 1.)



а) с крыльчатым счетчиком; б) с турбинным счетчиком  
Рисунок 1.1 – Водомерный узел

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период водопотребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный или номинальный расход, принимаемый по паспортным данным изготовителей. Среднечасовой расход воды за сутки, определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24}, \text{ м}^3/\text{час}.$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

Q<sub>0</sub> – норма водопотребления, л/сут. на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по таблице 1.2 по величине  $Q_{\text{экс. ср.}}$ . Эксплуатационный расход выбранного счетчика должен быть больше среднечасового расхода воды в здании.

Таблица 1.2 – Подбор счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры						
	расход воды, м <sup>3</sup> /ч			порог чувствительности, куб.м/ч, не более	максимальный объем воды за сутки, куб.м	гидравлическое сопротивление счетчика S	
	минимальный	эксплуатационный	максимальный			МПа (м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	МПа (дм <sup>3</sup> /с) <sup>2</sup>
15	0,03	1,2	3	0,015	45	0,0111	0,145
20	0,05	2	5	0,025	70	0,004	0,0518
25	0,07	2,8	7	0,035	100	0,00204	0,0264
32	0,1	4	10	0,05	140	0,001	0,013
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,039·10 <sup>-2</sup>	0,005
50	0,3	12	30	0,15	450	0,011·10 <sup>-2</sup>	0,00143

Счетчик с принятым диаметром условного прохода следует проверять на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери давления в счетчиках воды не должны превышать, МПа:

0,05 – для крыльчатых счетчиков;

0,025 – для турбинных счетчиков.

Потери давления в счетчиках определяют по формуле:

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2,$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, МПа/(л/с)<sup>2</sup>, принимаемое по паспортным данным изготовителя либо табл. 1.2;

q – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе), л/с.

Если потери напора в счетчике оказались меньше 20% от  $h_{\text{доп}}$ , то следует принять другой счетчик (меньшего калибра), чтобы он мог учитывать малые расходы воды.

### 1.3.4 Определение требуемого давления

При проектировании и расчетах систем внутреннего водопровода основным требованием является обеспечение подачи нормативного расхода к диктующему водоразборному устройству (наиболее высоко расположенному и удаленному от ввода прибору с максимальным рабочим напором).

Гидростатическое давление в системе питьевого водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должно превышать 0,6 МПа, а противопожарного – не более 0,9 МПа.

Задача расчета холодного водопровода состоит в определении требуемого давления в точке присоединения городской водопроводной сети и в сопостав-

лении результата с величиной гарантийного давления. При этом учитываются все сопротивления на вводе и в сети.

Требуемое давление внутреннего водопровода определяется из выражения:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + h_f + h_m + H_f, \text{ МПа},$$

где  $H_{\text{геом}}$  – геометрическая высота подъема воды (разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода):

$$H_{\text{геом}} = (z_{\text{д.пр.}} - z_{\text{вв}}) \cdot 0,01, \text{ МПа};$$

$z_{\text{д.пр.}}$  – геодезическая отметка оси диктующего прибора, м;

$z_{\text{вв}}$  – геодезическая отметка ввода, м;

$h_{\text{вв}}$  – потери давления на вводе, МПа;

$h_{\text{сч}}$  – потери давления в счетчике воды, МПа;

$h_f$  – сумма потерь давления по длине на расчетных участках, МПа;

$h_m$  – сумма местных потерь давления, МПа, для питьевого водопровода жилых и общественных зданий местные потери давления (в соединениях и фасонных частях труб) принимаются в размере 30% от потерь давления по длине труб (см. п. 8.3.8 [1]);

$H_f$  – свободное давление у диктующего водоразборного устройства, МПа, принимается по табл. А.1 [1].

Полученную величину требуемого давления необходимо сравнить с величиной гарантийного давления.

Если в результате расчета требуемое давление меньше гарантийного на величину до 0,01 МПа, то повысительная насосная установка не требуется.

Если требуемое давление больше гарантийного на величину до 0,02 МПа, следует увеличить диаметры некоторых расчетных участков с целью уменьшения потерь напора в сети.

Если требуемое давление больше гарантийного давления на величину более 0,02 МПа, необходимо предусмотреть повысительную насосную установку.

Подбор насоса осуществляется по расчетной его подаче, равной расходу воды на вводе и давлению, определяемому из выражения:

$$H = H_{\text{тр}} - H_{\text{зср}} + h_{\text{ны}}, \text{ м},$$

где  $h_{\text{ны}}$  – потери давления в насосной установке (0,015-0,025 МПа).

Насосы присоединяют к сети после водомерного узла. Размещают насосные установки в тепловых пунктах, в сухом и теплом изолированном помещении высотой не менее 2,2 м. Не допускается размещение насосных установок под жилыми помещениями. Насосные агрегаты устанавливают на виброизолирующих основаниях, возвышающихся над уровнем пола не менее, чем на 20 см. Количество резервных насосов следует принимать: при количестве рабочих насосов 1-3 – один резервный насос, а при 4-6 рабочих – два резервных агрегата. При установке насоса целесообразно предусматривать устройство обводной линии с задвижкой и обратным клапаном в обход насосов. Для обвязки насосов применяют стальные трубы на сварке и фланцевые соединения с арматурой и

насосами. На напорной линии каждого насоса устанавливают манометр, обратный клапан и задвижку или вентиль, а на всасывающей линии – задвижку.

Подачу хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок следует определять по расчетному секундному расходу воды на вводе. Подбор насосов осуществляют по таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Подбор повысительной насосной установки

Марка насосов	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Давление	
		МПа	м. вод. ст.
UPA 15-90, Grundfos	1,5	0,08	8
«Джамбо 60/35» НК« Джилекс	3,6	0,35	35
BPE 5000/55, Karcher	3,6	0,55	55
Wilo PB-088-EA	2,4	до 0,095	до 9,5
Wilo PB-200-EA	3,3	0,08	8
Wilo PB-400-EA	4,7	0,2	20
WESTER WPA 15-90	0,4-1,5	0,02-0,09	2-9
WESTER WPA 20-120	0,4-2,7	0,02-0,12	2-12

## 2 Внутренний водопровод горячего водоснабжения

Горячее водоснабжение обеспечивает потребителей водой температурой от 50 до 75°C. Такой водой снабжаются жилые здания, большинство общественно-коммунальных зданий, а также промышленные здания и сооружения.

Основными элементами системы горячего водоснабжения являются: оборудование для получения горячей воды, трубопроводы для подачи ее к водоразборным устройствам, арматура, контрольно-измерительные приборы. Помимо этого, в систему могут входить: циркуляционная сеть (магистраль и стояки) для обеспечения горячей водой заданной температуры у водоразборных устройств при неравномерном потреблении воды; аккумулятор тепла – при необходимости иметь запас воды (бани, прачечные) или для сглаживания неравномерности потребления тепла (горячей воды); оборудование для водоподготовки, обеспечивающее требуемое качество воды, идущей на нужды горячего водоснабжения (установки для умягчения, обескислороживания воды и другие).

Системы горячего водоснабжения конструируются, в основном, с учетом требований, предъявляемых к холодному водопроводу. Однако есть некоторые отличия и особенности.

Ввод трубопроводов системы горячего водоснабжения рекомендуется размещать как можно ближе к середине здания, что положительно сказывается на гидравлическом режиме работы системы горячего водоснабжения.

В зависимости от схемы системы горячего водоснабжения здания магистральные подающий и циркуляционный трубопроводы прокладываются в подвале или на чердаке, крепятся на кронштейнах к несущим ограждающим конст-

ружким или с помощью подвесок к потолку или перекрытию. Для удаления воздуха и спуска воды из системы горизонтальные трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,002, при этом циркуляционный трубопровод располагают параллельно подающему и часто ниже его.

Стояки горячего водоснабжения монтируют справа от стояков холодного водоснабжения. Циркуляционные стояки прокладывают справа от стояков горячего водоснабжения.

Горизонтальную разводку распределительных трубопроводов от стояков к приборам осуществляют на высоте 250-350 мм от пола (на 100 мм выше разводки холодного водопровода). Циркуляционная сеть в квартире не устраивается.

Для уменьшения потерь теплоты предусматривают теплоизоляцию подающих и циркуляционных трубопроводов, включая стояки, кроме подводов к приборам.

Все централизованные системы горячего водоснабжения проектируют с циркуляционными трубопроводами. Циркуляционные трубопроводы в системах горячего водоснабжения могут функционировать круглосуточно (в жилых домах, больницах) или только перед началом водоразбора (за полчаса или час), если потреблением горячей воды происходит периодически (например, в душевых промышленных предприятий).

В жилых зданиях с числом этажей до 4 включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляцию воды предусматривают только в магистральных трубах, до начала водоразборных стояков. Туниковые сети горячего водоснабжения без циркуляции разрешается применять только в местных системах или в системах с длительным непрерывным разбором воды (например, в банях). Допускается не предусматривать циркуляцию в системах с регламентированным по времени потреблением горячей воды, если температура ее в это время в местах водоразбора не будет ниже указанных в нормах.

В жилых и общественных зданиях прокладку разводящих трубопроводов горячего водоснабжения следует предусматривать в подпольях, подвалах, технических этажах, чердаках, на первом этаже в подпольных каналах (в случае отсутствия чердаков), по конструкциям здания, по которым допускается открытая прокладка трубопроводов или под потолком верхнего этажа. Прокладку стояков и разводки внутреннего водопровода следует предусматривать в шахтах, открыто — по стенам душевых, кухонь и других помещений. Установку запорной арматуры в системах горячего водоснабжения следует предусматривать:

- на трубопроводах горячей воды у водоподогревателей;
- на ответвлениях\* трубопроводов к секционным узлам водоразборных стояков;
- у основания подающих и циркуляционных стояков в зданиях с числом этажей 3 и более;
- на ответвлениях от водоразборных стояков в каждую квартиру;
- на вводах в здание.

Запорная арматура применяется общепромышленного назначения, с рабочим давлением 0,6 МПа.

Аксометрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляется аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения (см. п 1.2. настоящих методических указаний, Приложение 4).

Гидравлический расчет внутреннего водопровода горячего водоснабжения ведут аналогично гидравлическому расчету внутреннего водопровода холодного водоснабжения.

Общее число приборов  $N$  для горячего водоснабжения определяется без учета смывных бацков унитазов.

**Расчет подающих трубопроводов.** Определение диаметров труб по расчетным расходам для сети горячего водоснабжения выполняют как и для сети холодного водоснабжения, но с учетом уменьшения диаметров вследствие отложения накипи и зарастания труб в системах горячего водоснабжения.

Потери напора в подающем трубопроводе следует определять по секундным расходам горячей воды ( $q$ , л/с) на хозяйственно-бытовые нужды с учетом циркуляционного расхода (при наличии циркуляции).

Потери давления в отдельных участках трубопроводов систем горячего водоснабжения следует определять по формуле:

$$\Delta H_{\text{уч}} = R_{\text{л}} i (1 + \alpha), \text{ МПа/м},$$

где  $R_{\text{л}}$  – удельные потери давления [7], МПа/м;  $i$  – длина участка трубопровода, м;  $\alpha$  – коэффициент местных потерь напора, принимается: 0,2 – для подающих (распределительных) трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов и для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями; 0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей.

Общая потеря давления в подающем трубопроводе расчетного направления (от водоподогревателя до самой высокой точки водоразбора наиболее удаленного стояка) определяется как сумма потерь давления на каждом из расчетных участков:

$$\Delta H_{\text{под}} = \sum_1^i \Delta H_{\text{уч}}, \text{ МПа},$$

где  $i$  – номера участков;  $\Delta H_{\text{уч}}$  – потери давления на участках, МПа.

Повышение шероховатости труб от накипи можно учитывать с помощью коэффициента 1,2.

Требуемое давление в точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{вод}} + H_{\text{г}} + H_{\text{св}} + \Delta H_{\text{под}}, \text{ МПа},$$

где  $H_{\text{вод}}$  – потери давления в водомере:

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2 < 0,05 \text{ МПа} \text{ (для крыльчатых счетчиков)},$$

где  $q$  – расход воды на вводе без учета циркуляционного расхода, л/с;

$S$  – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаем счетчик с диаметром условного прохода, МПа/(л/с)<sup>2</sup>.

$H_{\text{г}}$  – геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода на вводе до оси наиболее высоко расположенного водоразборного прибора (определяется по аксонометрической схеме горячего водопровода), МПа;

$H_{\text{св}}$  – свободное давление перед диктующим прибором (для умывальника, кухонной мойки – 0,02 МПа, для ванны со смесителем – 0,03 МПа);

$\Delta H_{\text{под}}$  – потери давления в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения (принимаются из гидравлического расчета с учетом повышения шероховатости стенок труб от накипи, коэффициент 1,2), м.

При недостаточном давлении в наружной водопроводной сети в системах горячего водоснабжения жилых зданий в качестве дополнительных повысительных насосов используют циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе. Требуемое давление повысительных насосов определяют по формуле:

$$H_{\text{нов}} = H_{\text{гр}} - H_{\text{гор}}, \text{ МПа},$$

где  $H_{\text{гр}}$  – давление в городском водопроводе, МПа.

Производительность насоса принимаем равной расходу на горячее водоснабжение с учетом циркуляции:  $G_{\text{ц.н.}} = q + G_{\text{ц}}$ , м<sup>3</sup>/час. Предусматривают не менее двух насосов, один из которых резервный. Размещают их, как правило, в центральном или индивидуальном тепловых пунктах.

**Расчет циркуляционных трубопроводов.** Требуемый циркуляционный расход  $G_{\text{ц}}$ , л/ч, в системах трубопроводов горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора определяется по количеству тепла, необходимого для возмещения тепловых потерь в подающих трубопроводах:

$$G_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{п}}}{\Delta t}, \text{ л/с},$$

где  $Q_{\text{п}}$  – потери тепла подающими трубопроводами, определяемые при одной для трубопроводов всех стояков системы средней температуре горячей воды,  $\frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \left( \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \right)$ ;  $\Delta t$  – разница температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимается от 5 до 15°С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца.

Теплопотери,  $\frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \left( \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \right)$ , на участке трубопроводов определяют по формуле:

$$Q_1 = k \pi d_{\text{н}} l (t_{\text{г.ср}} - t_0) (1 - \eta), \frac{\text{кДж}}{\text{ч}} \left( \frac{\text{ккал}}{\text{ч}} \right),$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи неизолированной трубы, принимается равным  $42 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С}}$  или  $10 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С}}$ ;  $d_{\text{н}}$  – наружный диаметр трубопровода, м;  $l$  – длина расчетного участка, м;  $t_{\text{г.ср}}$  – средняя температура воды на участке, °С;  $t_0$  – температура окружающей среды, принимается: в бороздах и каналах +40°С; в неотопляемых подвалах +5°С; на чердаках +10°С; в помещениях +20°С;  $\eta$  – коэффициент полезного действия изоляции, принимается 0,6-0,8; для неизолированных труб  $\eta = 0$ .

Значения расчетных диаметров стальных водогазопроводных труб

Диаметр условного прохода $d_{\text{н}}$ , мм	15	20	25	32	40	50	65	80
Наружный диаметр $d_{\text{н}}$ , мм	21,3	26,8	33,5	42,3	48	60	75,5	88,5

Суммарные теплотери всей системы трубопроводов:

$$Q_n = \sum_1^I Q_i$$

Общий циркуляционный расход, вычисленный по формуле  $G_c = \frac{Q_n}{\Delta t}$ , л/с, между участками магистралей и стояками распределяется пропорционально теплотерям на этих участках. По полученным циркуляционным расходам определяют диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора так же, как при расчете подающих трубопроводов.

Диаметры циркуляционных трубопроводов обычно задают и принимают в системах с насосной циркуляцией на один-два размера меньше соответствующих участков подающих трубопроводов. Однако при выборе диаметров циркуляционных стояков следует обеспечить увязку потерь напора в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках их подсоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам. Разница в потерях давления циркуляционных колец не должна превышать 10%. Потери напора в водоразборном и циркуляционном стояках при абсолютной величине должны составлять 19,6-39,2 кПа (0,2-0,4 кгс/см<sup>2</sup>; 2-4 м).

При невозможности увязки давлений путем соответствующего подбора диаметров труб на циркуляционном трубопроводе устанавливают диафрагмы.

Диаметр диафрагм не следует принимать менее 10 мм, а если по расчету получается менее 10 мм, то вместо диафрагм предусматривают регулировочные краны. Диаметр отверстий регулирующих диафрагм  $d_d$ , мм, рекомендуется определять по формуле:

$$d_d = 20 \sqrt{\frac{G_c}{0,0316 \cdot \sqrt{H_{ep}} + 350 \cdot \frac{G_c}{d^2}}}, \text{ мм},$$

где  $G_c$  – циркуляционный расход воды на расчетном участке, л/с;  $H_{ep}$  – избыточное давление, которое следует погасить диафрагмой, МПа;  $d$  – диаметр трубопровода, на котором устанавливается диафрагма, мм.

### 3 Внутренняя канализация.

#### 3.1 Устройство и трассирование внутренней канализации

Система внутренней канализации состоит из следующих основных элементов:

1) приемники сточных вод. Понятие «приемники сточных вод» включает и санитарные приборы, предназначенные для санитарно-гигиенических процедур (унитазы, умывальники, ванны) и хозяйственно-бытовых нужд (раковины, мойки). Все санитарные приборы жилых зданий оборудуются гидравлическими затворами (сифонами) для того, чтобы газы, образующиеся в сети канализации, не проникали в помещение, где находятся люди. В некоторых санитарно-



технических приборах гидравлические затворы уже входят в их конструкцию (унитазы, писсуары), поэтому после них установка отдельных сифонов не требуется;

2) внутренняя канализационная сеть здания, состоящая из отводных трубопроводов от санитарно-технических приборов, стояков, коллекторов (горизонтальных трубопроводов, объединяющих несколько стояков), вытяжных труб, устройств для прочистки и выпусков во внутриквартальную (дворовую) сеть;

3) дворовая канализационная сеть.

Рассмотрим внутреннюю канализационную сеть по отдельным элементам.

Отводные трубы от приемников сточных вод до стояков прокладывают открыто, по стенам, над полом, за приборами. Диаметры отводных труб принимаются, как правило, следующие:

- от умывальника: 32 или 40 мм;
- от раковины или мойки: 50 мм;
- от ванны: 50 мм;
- от унитаза: 100 мм.

Минимальный уклон прокладки отводных труб диаметром 50-80 мм – 0,03, максимальный - не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м).

Стояки устраивают по всей высоте здания в местах размещения приемников сточных вод открыто – у стен, перегородок или скрыто – в монтажных шахтах, бороздах, по возможности ближе к прибору с максимальным расходом стоков. Стояки прокладываются вертикально и размещаются вблизи приемников сточных вод (в туалетах, кухнях), через которые отводится наиболее загрязненная жидкость (унитазы, мойки). По всей высоте стояки должны иметь одинаковый диаметр, который надлежит принимать по приложению Б[2], в зависимости от величины расчетного расхода сточных вод, наибольшего диаметра поэтажного отвода и угла его присоединения к стояку. Присоединение к стояку необходимо осуществлять с применением косых крестовин и тройников. Вытяжная часть канализационного стояка выводится через кровлю на высоту 0,3 м – от плоской неэксплуатируемой кровли или на 0,5 м – от скатной кровли.

Для прочистки канализационной сети в случае засорения следует предусматривать установку ревизий и прочисток. Ревизии устанавливаются на стояках на первом, последнем, а также не реже чем через каждые три этажа на высоте 1 м от пола. При наличии отступов на стояке ревизии устанавливаются и над ними. На горизонтальных участках канализационной сети устройства для прочистки следует предусматривать в том случае, если на участке трубопровода имеет место поворот, который не может быть прочищен через другие участки. А также на длинных горизонтальных участках сети диаметром 100 и 150 мм следует устанавливать прочистные устройства не реже чем через каждые 15 м.

Выпуски предназначены для отвода сточных вод от стояков в дворовую сеть канализации. Диаметр выпуска следует определять расчетом. Он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Стояк с выпуском соединяют двумя отводами, каждый из которых имеет угол  $135^\circ$ . Длина выпуска при его диаметре 100 мм от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 12 м. Квартальная, Дворовая сеть.

прокладывается на расстоянии 3-5 м от стены здания. Выпуски присоединяют к смотровым колодцам дворовой сети с перепадом (до 0,3 м) или «шелыга в шелыгу» под углом 90°, считая по движению воды. Обычно на один выпуск приходится 1-3 стояка (если здание высотой до 10-11 этажей). В случае более высокого здания или подсоединения к выпуску трех и более стояков его проверяют на пропускную способность, таким образом, чтобы при определенном расходе сточных вод, заданном диаметре 100 мм и минимальном уклоне 0,02, скорость была бы более 0,7 м/с, а наполнение было в пределах 0,3...0,5. Это значит, что расчетный расход сточных вод на выпуске будет пропущен назначенным диаметром. В противном случае придется увеличивать уклон трубы или ее диаметр.

Для устройства сетей внутренней бытовой канализации применяют полимерные, чугунные, бетонные, железобетонные, асбестоцементные трубы.

Вентиляцию сети необходимо предусматривать через вентиляционные стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов, вытяжная часть которых выводится через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту 0,3 м (плоская кровля) или 0,5 м (скапная кровля).

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации следует предусматривать установку ревизий (устройств, позволяющих прочистить трубу в обоих направлениях) или прочисток (устройств, необходимых для прочистки трубы только в одном направлении): на стояках при отсутствии на них отступов — в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов — также и в вышерасположенных над отступами этажах; в жилых зданиях высотой 5 этажей и более — не реже, чем через три этажа; в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов 3 и более, под которыми нет устройств для прочистки; на поворотах сети — при изменении направления движения стоков, если участки трубопроводов не могут быть почищены через другие участки. Высота от пола до центра ревизии должна составлять 1 м.

Выпуски предназначены для приема и отвода сточных вод от одного или нескольких стояков в дворовую и внутриквартальную сеть. Стояки присоединяются к выпуску в начале его с помощью одного или двух отводов по 135°. В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети устраивают смотровые колодцы. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм и не более 12 м при диаметре 100 мм. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до смотрового колодца 3 м. Выпуски следует предусматривать с уклоном не менее 0,02.

В курсовом проекте вычерчивается аксонометрическая схема внутренней канализации только для одного выпуска. Схему отводных труб в квартире для каждого стояка на аксонометрической схеме можно вычерчивать также только для одного этажа. На ней необходимо показать условными обозначениями все фасонные части, санитарно-технические приборы, указать высоту их установки над полом, гидравлические затворы. На всех участках сети необходимо показать длину-диаметр-уклон (l-d-i). На стояке и горизонтальных коллекторах необходимо показать ревизии и прочистки, указать высоту их установки и подписать. Кроме этого, необходимо показать выход вентиляционной части стояка на

крышу. Стояки необходимо подписать. На всех этажах (по одному стояку) необходимо показать отметки полов. На аксонометрической схеме по выпуску должны быть указаны номера смотровых колодцев, их глубина, отметки лотков выпуска (у здания и колодца) и дворовой канализационной сети, поверхности земли у здания и смотрового колодца, а также длину-диаметр-уклон выпуска. Фрагмент аксонометрической схемы внутренней канализации представлен в Приложении 5.

### 3.2 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках

Сети внутренней канализации рассчитывают на максимальный секундный расход сточных вод.

Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных стояках ведется в следующей последовательности:

1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

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

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/час, (приложение Б [1]);

$N$  – общее число санитарно-технических приборов на стояке;

$U$  – общее число жителей, обслуживаемых расчетным стояком, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов  $N$  на стояке и вероятности их действия  $P$ ;

3) согласно приложению В.2 [1] в зависимости от произведения общего числа приборов  $N$  на расчетном стояке и вероятности их действия  $P$  подбирается коэффициент  $\alpha$ ;

4) вычисляется общий максимальный расход сточных вод по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с}$$

где  $q_0^{tot}$  – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), величину которого следует определять согласно приложению Б [1];

5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле:

при  $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с},$$

где  $q_0^s$  – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с, величину которого следует определять согласно приложению В [2];

при  $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с}.$$

Диаметр канализационного стояка надлежит принимать по приложению Б [2] или табл. 3.1, в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости  $q_s$ , л/с, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку.

Таблица 3.1 – Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка

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
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
100	90	–	–	3,2	8,5
	60	–	–	4,9	12,8
	45	–	–	5,5	14,5
150	90	–	–	–	17,2
	60	–	–	–	11,0
	45	–	–	–	12,6

Примечание: Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

### 3.3 Определение расчетных расходов сточных вод на канализационных выпусках

Для каждого выпуска расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

- 1) определяется вероятность действия приборов по формуле:

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

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/час, (приложение Б [1]);

$N$  – общее число санитарно-технических приборов на расчетном выпуске (на всех стояках, присоединяемых к данному выпуску);

$U$  – общее число водопотребителей, обслуживаемых расчетным выпуском, чел.;

2) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов  $N$  на выпуск и вероятности действия приборов  $P$ ;

3) согласно приложению В.2 [1] в зависимости от произведения общего числа приборов  $N$  на расчетном выпуске и вероятности их действия  $P$  подбирается коэффициент  $\alpha$ ;

- 4) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \cdot \alpha, \text{ л/с,}$$

где  $q_0^{tot}$  – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), величину которого следует определять согласно приложению Б [1];

- 5) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле: при  $q^{tot} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{tot} + q_0^s, \text{ л/с,}$$

где  $q_0^s$  – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с, величину которого следует определять согласно приложению В [2];

- при  $q^{tot} \geq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{\text{tot}}, \text{ л/с.}$$

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Гидравлический расчет выпусков следует производить расчетом, назначая скорость движения жидкости  $v$ , м/с, и наполнение  $h/d$  таким образом, чтобы было выполнено условие:

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K,$$

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 трубопроводов – не менее 0,3.

В тех случаях, когда выполнить это условие не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном 0,02.

#### 4 Внутренние водостоки

Системы внутренних водостоков должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель зданий в любое время года.

Вода из систем внутренних водостоков должна отводиться в наружные сети дождевой или общесплавной канализации. При обосновании допускается предусматривать отвод воды из системы внутренних водостоков в систему производственной канализации незагрязненных или повторно используемых сточных вод. Не допускается отвод воды из внутренних водостоков в бытовую канализацию и присоединение к системе внутренних водостоков санитарно-технических приборов.

При отсутствии дождевой или общесплавной канализации выпуск дождевых вод из внутренних водостоков следует принимать открыто в лотки около здания (открытый выпуск). При этом следует предусматривать мероприятия, исключающие размыв поверхности земли около здания.

При устройстве открытого выпуска на стояке внутри здания следует предусматривать гидравлический затвор с отводом талых вод в зимний период года в бытовую канализацию.

Внутренние водостоки состоят из следующих элементов:

- водосточные воронки;
- отводные трубопроводы, стояки, коллекторы и выпуски;
- устройства для осмотра и прочистки (ревизии, прочистки и смотровые колодцы).

В жилых зданиях водосточные стояки следует прокладывать во внеквартирных помещениях (на лестничных клетках, в общих коридорах, лифтовых холлах, помещениях мусоропровода), не смежных с жилыми комнатами.

В общественных зданиях водосточные стояки следует прокладывать в коридорах, подсобных помещениях, санитарных узлах. Замоноличивание труб в стеновые панели, блоки не допускается.

На плоских кровлях жилых и общественных зданий допускается устанавливать по одной водосточной воронке на каждую секцию. Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м. Длина выпуска  $L$  от стояка до колодца внутриквартальной сети при диаметре трубы 100 мм и более не должна превышать 10 м.

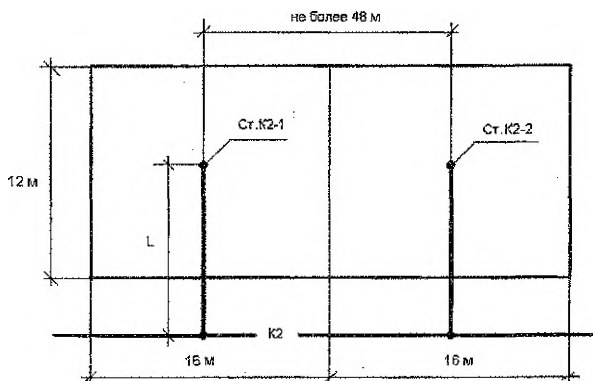


Рисунок 4.1 – План кровли с размещением внутренних водостоков

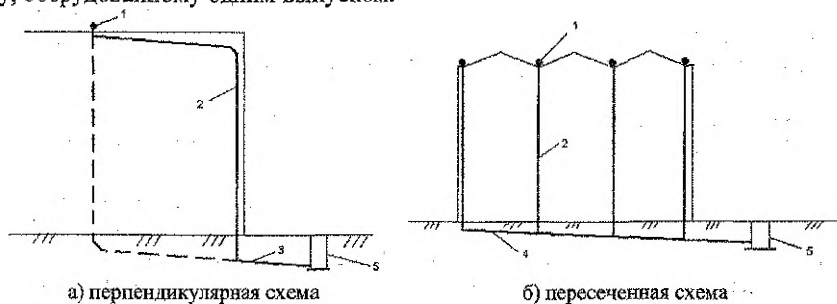
Для водостоков применяются чугунные (напорные и безнапорные), пластмассовые и асбестоцементные трубы.

Диаметры водосточных стояков определяются по таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Диаметр водосточного стояка, мм	85	100	150	200
Расчетный расход дождевых сточных вод на водосточный стояк, л/с	10	20	50	80

При перпендикулярной схеме (рис. 4.2а) каждый стояк оборудуется отдельным выпуском, отводящим дождевые сточные воды за пределы здания. При пересеченной схеме (рис. 4.2б) все стояки присоединяются к сборному коллектору, оборудованному одним выпуском.



1 – воронка; 2 – стояк; 3 – выпуск; 4 – коллектор; 5 – колодец  
Рисунок 4.2 – Схемы внутренней дождевой канализации

Для жилых зданий с плоскими кровлями применяются воронки Вр7А с патрубком с условным проходом 80 мм, с плоскими эксплуатируемыми кровлями – воронки Вр10 с условным проходом 150 мм.

При условном проходе патрубка 80 мм наибольшая пропускная способность воронки – 5 л/с, при 100 мм – 12 л/с, при 150 мм – 35 л/с.

Гидравлический расчет внутренних водостоков заключается в определении расчетного расхода с имеющейся площади, диаметра сети (воронки, стояка, отводных линий, выпуска) и ее пропускной способности.

Порядок расчета:

- трассируется сеть;
- определяется расчетный расход дождевых вод на одну воронку;
- принимается диаметр воронки;
- назначаются диаметры отводных линий, стояка, подвесных трубопроводов, выпуска;
- определяется критический расход, пропускаемый системой;
- выполняется проверка.

При расчете исходят из следующих предпосылок: а) система работает в напорном режиме;

б) весь действующий напор  $H$ , равный разности геометрических отметок кровли и оси выпуска, расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений системы;

в) пропускная способность отводных линий определяется при самотечном режиме и заполнении равном 0,8;

г) пропускная способность стояков и выпусков определяется при работе по напорному режиму при напоре  $H$ .

Расчетный расход дождевых вод  $Q_{\text{расч}}$  определяется по методу предельных интенсивностей, в зависимости от величины водосборной площади кровли ( $F$ , м<sup>2</sup>) и интенсивности дождя ( $q$ , л/с с 1 га).

1. Водосборная площадь:

$F = F_{\text{кровли}} + 30\%$  от суммарной площади вертикальных стен примыкающих к кровле и возвышающихся над ней

2. При расчетах плоских кровель с уклоном менее 3% задаются интенсивностью дождя  $q_{20}$  для данной местности продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя  $P = 1$  год и определяют  $Q_{\text{расч}}$ .

2.1. Для кровель с уклоном менее 3%:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000}, \text{ л/с},$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя  $P = 1$  год, л/с с 1 га, принимается по [11].

2.2. Для кровель с уклоном более 3%:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F \cdot q_5}{10000}, \text{ л/с},$$

где  $q_5$  – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 5 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя  $P = 1$  год, л/с с 1 га, определяется по формуле:

$$q_5 = 4^n q_{20},$$

где  $n$  – параметр, принимаемый согласно [11].

3. Пропускную способность, то есть максимальный расчетный расход (в л/с), при напорном режиме определяется по формуле:

$$Q_{\text{нр}} = \sqrt{\frac{H}{S_0}}, \text{ л/с},$$

где  $H$  – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и оси выпуска;

$S_0$  – полное сопротивление системы,  $\text{м}^2/\text{л}^2$ , то есть сумма сопротивлений по всей длине труб ( $A_1 l$ ) и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивления воронки и выпуска, определяется по формуле:

$$S_0 = A_1 l + A_M \cdot \sum \xi, \text{ м} \cdot \text{с}^2 / \text{л}^2,$$

где  $A_1$  – удельное сопротивление по длине трубопровода, определяется по табл. 4.2.

$l$  – длина трубопровода, м;

$A_M$  – удельное местное сопротивление, принимается в зависимости от диаметра трубопровода по табл. 4.3.

$\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяется по табл. 4.4.

Таблица 4.2 – Удельные сопротивления по длине  $A_1$

Трубы	Условный проход труб, мм			
	80	100	125	150
Чугунные	0,00104	0,000365	0,000111	0,00042
Асбестоцементные	0,000375	0,000165	0,000067	0,000028
Стальные	0,00117	0,000267	0,000106	0,000045
Полиэтиленовые	0,000962	0,00011	0,000048	–

Таблица 4.3 – Удельные местные сопротивления  $A_M$

d, мм	50	75	80	100	150	200
$A_M$	0,0132	0,0026	0,002	0,00083	0,000165	0,000052

Таблица 4.4 – Коэффициенты местных сопротивлений  $\xi$  внутренних водостоков

Вид местного сопротивления	Коэффициент $\xi$
Приемная воронка	1,5-1,6
Отвод чугунный 90 и 135°	0,65 и 0,45
Отступ	1,0
Тройник прямой и косой	0,075 и 0,8
Крестовина косая	1,2
Гидравлический затвор чугунный	1,5
То же, стальной сварной	2,0
Выпуск	1,0



4. После вычисления расчетного расхода определяется необходимое количество водосточных воронок с учетом допустимых расходов, расчетный расход должен быть меньше допустимого расхода.

$$Q_{\text{расч}} < Q_{\text{кр}}$$

## 5 Дворовая канализационная сеть.

### 5.1 Устройство дворовой канализационной сети

Дворовая сеть принимает сточную жидкость из выпусков зданий. В местах присоединения выпусков к дворовой канализационной сети устраиваются смотровые колодцы. Последний колодец дворовой канализационной сети называется контрольным.

Дворовую канализационную сеть прокладывают параллельно фасаду здания, по кратчайшему расстоянию к уличному коллектору, с наименьшей глубиной заложения труб. Дворовая сеть устраивается из асбестоцементных или пластмассовых труб.

### 5.2 Определение расчетных расходов на участках внутриквартальной сети

Смотровые колодцы на внутриквартальной сети обозначаются КК1, КК2 и т.д. в зависимости от количества выпусков.

Определяется вероятность действия приборов по формуле:

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

где  $q_{\text{hr,u}}^{\text{tot}}$  – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/час, (приложение Б [1]);

$N$  – общее число санитарно-технических приборов в здании;

$U$  – общее число жителей в здании, чел.

Для каждого участка дворовой сети расчет ведется отдельно в следующей последовательности:

1) вычисляется произведение общего числа санитарно-технических приборов  $N$  на расчетном участке (на всех выпусках, относящихся к данному участку) и вероятности действия приборов  $P$ ;

2) согласно приложению В.2 [1] в зависимости от произведения общего числа приборов  $N$  на расчетном участке и вероятности их действия  $P$  подбирается коэффициент  $\alpha$ ;

3) вычисляется общий максимальный расход воды по формуле:

$$q^{\text{tot}} = 5q_0^{\text{tot}} \cdot \alpha, \text{ л/с},$$

где  $q_0^{\text{tot}}$  – общий расход воды, л/с, санитарно-техническим прибором (арматурой), величину которого следует определять согласно приложения Б [1];

4) рассчитывают максимальный секундный расход сточных вод по формуле: при  $q^{\text{tot}} \leq 8 \text{ л/с}$

$$q_s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \text{ л/с},$$

где  $q_s^5$  – расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с, величину которого следует определять согласно приложению В [2];

при  $q^{tot} \geq 8$  л/с

$$q_s = q^{tot}, \text{ л/с.}$$

### 5.3 Гидравлический расчет дворовой канализационной сети

Гидравлический расчет дворовой канализационной сети заключается в определении диаметров труб, скоростей движения сточной жидкости, уклонов, наполнения, а также глубины заложения труб. Результатом гидравлического расчета канализационной сети является построение ее продольного профиля.

При гидравлическом расчете канализационной сети необходимо выполнить ряд следующих требований:

- 1) минимальный диаметр труб принимается 150 мм;
- 2) скорость движения сточной жидкости рекомендуется принимать не менее 0,7 м/с;
- 3) уклон труб назначается не менее 0,007;
- 4) максимальное наполнение не должно превышать 0,6 для труб диаметром 150-300 мм;
- 5) на канализационной сети не должно быть подпоров, т. е. лоток трубы в конце участка не должен находиться выше, чем лоток трубы в начале участка;
- 6) расчетные участки в местах их соединения должны выравниваться по уровням воды (при одинаковом диаметре труб) или по шельгам (при разных диаметрах труб), в колодце ГК трубы соединяются по шельгам;
- 7) при необходимости перепада, последний устраивается в контрольном колодце;

8) отметка лотка трубы в колодце КК1 вычисляется по следующей формуле:

$$\nabla_{\text{лотка КК1}} = \nabla_{\text{пов.земли}} - h_{\text{промерз.}} + 0,3, \text{ м.}$$

При гидравлическом расчете начальная глубина заложения трубопровода должна быть не менее 0,7 м от верха трубы ( $0,7 + d$ ). Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм. Должно выполняться условие:

$$h_{\text{зал.}} = \nabla_{\text{пов.земли}} - \nabla_{\text{лотка КК1}} > h_{\text{min}} = 0,7 + d.$$

Построение продольного профиля дворовой канализационной сети (см. Приложение 6) ведется после заполнения таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Гидравлический расчет канализационной сети

№ участка сети	Длина участка сети L, м	Расчетный расход q, л/с	d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Падение уклона, H = i · L, м
						$\frac{h}{d}$	h, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отметки, м						Глубина заложения лотка, м		
Поверхность земли, м		Поверхность воды, м		Поверхность лотка, м		В начале участка		В конце участка
Н	К	Н	К	Н	К			
10	11	12	13	14	15	16		17

## 6 Устройство и расчет внутридомового газопровода

В жилые здания газ поступает по газопроводам от городской распределительной сети. Эти газопроводы состоят из ответвлений, подводящих газ к зданию, и внутридомовых газопроводов, которые транспортируют газ внутри здания и распределяют его между отдельными газовыми приборами. Внутридомовые газопроводы состоят из ввода, внутриквартирного или дворового газопровода, внутридомовой сети, газовых приборов, запорной, регулирующей и предохранительной арматуры, контрольно-измерительных приборов. Глубина прокладки газопроводов принимается не менее 0,8 м до верха газопровода или футляра, допускается уменьшение до 0,6 м в местах, где нет проезда транспорта.

Вводы газопроводов в жилые и общественные здания устраивают через нежилые общественные помещения (лестничные клетки, кухни, коридоры), доступные для осмотра труб.

Газовые стояки прокладывают в лестничных клетках, коридорах, непосредственно на кухне. Не допускается прокладка стояков в жилых помещениях, санузлах, ванных комнатах.

Для устройства внутридомовых газопроводов применяют стальные водогазопроводные трубы. Соединение труб осуществляется на сварке, резьбовые и фланцевые соединения устраивают только в местах установки арматуры.

Проектирование и расчет систем внутреннего газопровода производится в следующей последовательности:

1. Производится трассировка сети внутреннего газопровода, назначается расположение стояков газопровода, намечаются места расположения запорно-регулирующей арматуры (см. Приложение 7).

2. Составляется аксонометрическая схема сети внутреннего газопровода (см. Приложение 8). Выбирается наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбивается на расчетные участки, определяется длина расчетных участков.

3. Определяются расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $k_{sim}$  – коэффициент одновременности для жилых домов, принимается по таблице 6.1.;  $q_{nom}$  – номинальный расход газа прибором, для расчета принимается  $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $n_i$  – число однотипных приборов (плит).

Таблица 6.1 – Значение коэффициента одновременности ( $K_{sim}$ ) для жилых домов

Число квартир	Коэффициент одновременности $K_{sim}$ в зависимости от установки в жилых домах газового оборудования			
	Плита 4-конфорочная	Плита 2-конфорочная	Плита 4-конфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 2-конфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	2	3	4	5
1	1	1	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,274	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180
80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

4. По расчетным расходам газа назначаются диаметры труб на участках сети. Данные расчета сводятся в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Таблица расчета внутреннего газопровода

№ участка	Расчетный расход газа, м <sup>3</sup> /час	Диаметр условного прохода газопровода, мм	Длина участка, м	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi$	Эквивалентная длина при $\xi=1$ , м	Эквивалентная длина местных сопротивлений, м	Расчетная длина участка, м	Удельные потери в Па на 1 м длины	Потери давления на участке, Па	Гидростатическое давление, Па	Потери давления с учетом гидростатического давления, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяется по таблице 6.3:

Таблица 6.3 – Таблица для определения коэффициентов местного сопротивления

Вид местных сопротивлений	Значение $\xi$	Вид местного сопротивления	Значение $\xi$ для диаметров в мм					
			15	20	25	32	40	>50
Внезапное сужение в пределах перехода на следующий диаметр по ГОСТу	0,35	Угольник 90°	2,2	2,1	2	1,8	1,6	1,1
Тройник проходной	1	Пробочный кран	4	2	2	2	2	2
Тройник поворотный (ответвление)	1,5	Вентиль прямой	11	7	6	6	6	5
Крестовина проходная	2	Вентиль «косва»	3	3	3	2,5	2,5	2
Крестовина поворотная	3	–	–	–	–	–	–	–
Отвод глухой 90°	0,3	Задвижка	0,5 (D=50-100)	0,25 (D=175-200)	0,15 (D=300 и более)			

6. Эквивалентная длина при  $\xi = 1$ , м, определяется по рис. 6.1. (для природного газа).

7. Эквивалентная длина местных сопротивлений, м, определяется как произведение суммы коэффициентов местных сопротивлений  $\sum \xi$  и эквивалентной длины при  $\xi=1$  (гр.5 \* гр.6).

8. Расчетная длина участка определяется как сумма длины расчетного участка газопровода и эквивалентной длины местных сопротивлений (гр.4 + гр.7).

9. Удельные потери в Па на 1 м длины определяются по рисунку 6.2. (для природного газа).

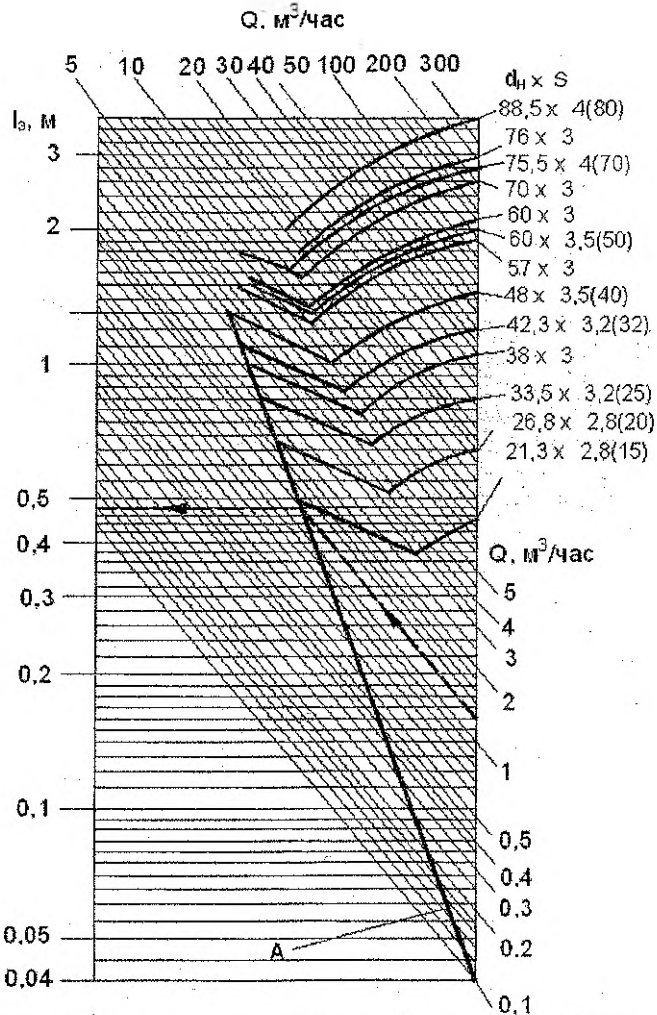
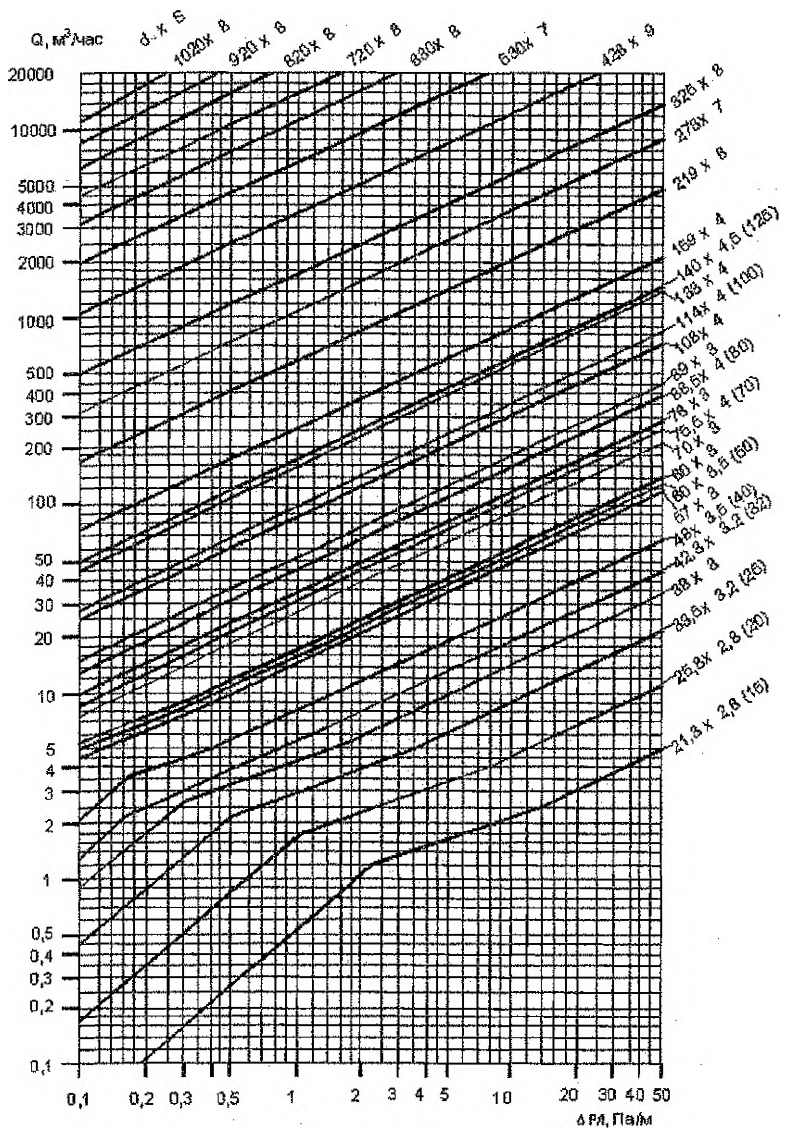


Рисунок 6.1 – Номограмма для определения эквивалентных длин при  $\xi=1$



**Рисунок 6.2 – Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления (до 5 кПа). Природный газ  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$**

10. Потери давления на участке определяются как произведение расчетной длины участка на удельное давление на 1 м длины (гр.8 \* гр.9).
11. Гидростатическое давление определяется по формуле:

$$\Delta p = gH(1,29 - \rho_{\text{газа}}), \text{Па}$$

где  $H$  – разность геометрических отметок конца и начала участка, считая по ходу газа, м;

1,29 – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{газа}}$  – плотность природного газа,  $\rho_{\text{газа}} = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>.

12. Общие потери давления определяются как сумма потерь давления на участке и гидростатического давления (гр.10 + гр.11). Сумма общих потерь давления на расчетных участках сравнивается с допустимыми потерями давления, которые не должны быть более 350 Па (для домов многоэтажной застройки).

### Пример расчета

**Исходные данные:** Населенный пункт находится в Витебской области. Вид потребителей воды – жилые дома квартирного типа с водопроводом и канализацией, с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками, с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами. Кровля плоская. Количество этажей в здании – 5, высота этажа (от пола до пола) – 2,8 м, высота подвала (от пола первого этажа до пола подвала) – 2,2 м, отметка пола первого этажа – 90,1 м, отметка поверхности земли участка – 89 м, гарантийное давление в сети – 0,2 МПа, норма водопотребления – 180 л/сут.чел., глубина промерзания – 1 м, отметка лотка трубы в городском колодце – 85,5 м. Количество проживающих в здании по средней заселенности квартир (количество комнат + 1 без учета кухни) –  $U = ((1+1)+(2+1)+(3+1))*5 = 45$  чел. Планы типового этажа и подвала – Приложения 1, 2.

### **Расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения**

Составляем аксонометрическую схему внутреннего холодного водопровода (см. Приложение 3).

Выбирается расчетное направление, которое разбивается на расчетные участки – от диктующего прибора до обводной линии водомерного узла.

Определяем вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{\text{гр,у}}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600} = \frac{5,6 \cdot 45}{0,2 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0058$$

где  $q_{\text{гр,у}}^c$  – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления (приложение 3 [1]),  $q_{\text{гр,у}}^c = 5,6$  л/час;

$q_0^c$  – секундный расход холодной воды прибором, величину которого следует определять согласно [1] (приложение Б);  $q_0^c = 0,2$  л/с;

$N$  – общее число санитарно-технических приборов в здании,  $N = 60$ ;

$U$  – общее число водопотребителей в здании,  $U = 45$  чел.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводятся в таблицу.

Гидравлический расчет внутреннего холодного водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	$\alpha$	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери напора 1000i, МПа /км	Длина расчетного участка l, м	Потери напора на участке $H = i \cdot l$ , МПа * 10 <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	1	0,0058	0,0058	0,200	0,200	15	1,178	360,527	0,7	0,252
1-2	2	0,0058	0,012	0,200	0,200	15	1,178	360,527	0,65	0,234
2-3	3	0,0058	0,018	0,210	0,210	15	1,237	395,24	0,15	0,059
3-4	6	0,0058	0,035	0,247	0,247	20	0,771	108,405	3,6	0,390
4-5	9	0,0058	0,053	0,280	0,280	20	0,874	136,64	2,8	0,383
5-6	12	0,0058	0,070	0,304	0,304	20	0,949	159,141	2,8	0,446
6-7	15	0,0058	0,088	0,328	0,328	20	1,023	183,249	4,8	0,880
7-8	35	0,0058	0,204	0,458	0,458	25	0,856	94,249	2,6	0,245
8-9	40	0,0058	0,233	0,467	0,467	25	0,873	97,752	3,9	0,381
9-10	45	0,0058	0,263	0,476	0,476	25	0,89	156,763	2,5	0,392
10-11	60	0,0058	0,350	0,573	0,573	25	1,071	142,955	3,2	0,457
										<b>Σ3,662</b>
11-ввод	60	0,0058	0,350	0,573	0,573	25	1,071	142,955	20	2,859

Выполняется подбор водомера.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки, определяемого по формуле:

$$Q_{ч.ср} = \frac{0,001 \cdot Q_0 \cdot U}{24} = \frac{0,001 \cdot 270 \cdot 90}{24} = 1,013 \text{ м}^3/\text{час},$$

где U – общее число водопотребителей в здании, чел.;

$Q_0$  – норма водопотребления, л/сут. на 1 человека.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по таблице 1.2 по величине  $Q_{ч.ср}$ . Эксплуатационный расход выбранного счетчика должен быть больше среднечасового расхода воды в здании. Принят счетчик с условным проходом 20 мм, эксплуатационный расход – 2 м<sup>3</sup>/час.

Потери напора в счетнике воды определяются по формуле:

$$h_{сч} = S \cdot q^2 = 0,0518 \cdot 0,573^2 = 0,017 \text{ МПа} < 0,05 \text{ МПа},$$



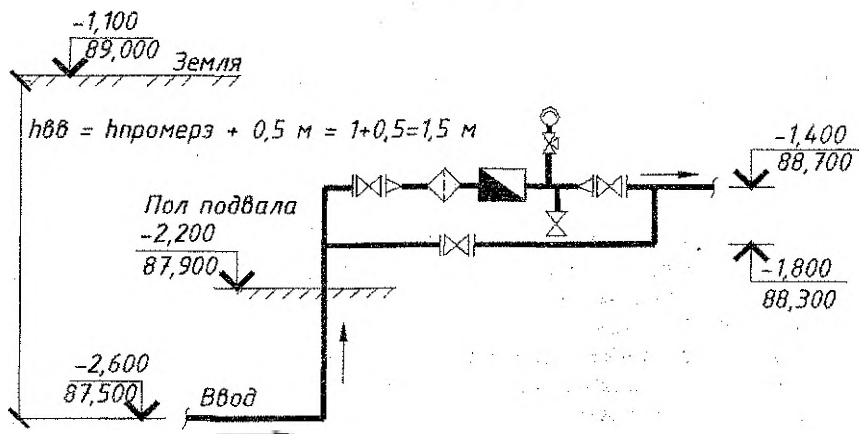
где  $S$  – гидравлическое сопротивление счетчика,  $\text{м}^2/\text{л}^2$ , принимаемое по таблице 1.2;

$q$  – расчетный расход воды, проходящий через водомер (расход воды на вводе),  $\text{л}/\text{с}$ .

После выполнения гидравлического расчета определяется требуемый напор.

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + h_l + h_m + H_f, \text{ м},$$

где  $H_{\text{геом}}$  – геометрическая высота подъема воды, определяемая как разность отметок диктующего водоразборного устройства и ввода, МПа.



$$H_{\text{геом}} = (z_{\text{д.пр.}} - z_{\text{вв}}) \cdot 0,01 = (102,6 - 87,5) \cdot 0,01 = 0,15 \text{ МПа};$$

$z_{\text{д.пр.}}$  – геодезическая отметка оси диктующего прибора (взята отметка верхней точки водопроводного стояка), м;

$z_{\text{вв}}$  – геодезическая отметка ввода, м;

$h_l$  – сумма потерь напора по длине на расчетных участках,  $h_l = 0,0366$  МПа;

$h_m$  – сумма местных потерь напора, МПа, для хозяйственно-питьевого водопровода жилых и общественных зданий местные потери напора (в соединениях и фасонных частях труб) принимаются в размере 30% от потерь напора по длине труб;

$$h_m = 0,0366 \cdot 0,3 = 0,011 \text{ МПа},$$

$H_f$  – свободное давление у диктующего водоразборного устройства, принято у смесителя мойки – 0,02 МПа (по табл. А.1 [1]).

$h_{\text{вв}}$  – потери напора на трение во вводе, МПа:

$$h_{\text{вв}} = 1000i \cdot l, \text{ МПа},$$

где  $l$  – длина ввода (от наружной сети до водомерного узла),  $l = 20$  м;  
 $1000i$  – удельные потери, МПа/км.

$$h_{вв} = 1000i \cdot l = 0,001 \cdot 142,955 \cdot 20 = 2,89 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}$$

$$H_{тр} = 0,15 + 3,662 \cdot 10^{-2} + 0,011 + 2,89 \cdot 10^{-2} + 0,017 + 0,02 = 0,263 \text{ МПа}$$

Полученную величину требуемого давления необходимо сравнить с величиной гарантийного давления.

$$H_{тр} = 0,263 \text{ МПа} > H_{гар} = 0,2 \text{ МПа}$$

Поскольку требуемое давление больше гарантийного на величину более 0,02 МПа, необходимо предусмотреть установку повысительных насосов.

Подбор насоса осуществляется по его расчетной подаче, равной расходу воды на вводе – 0,573 л/с (2,06 м<sup>3</sup>/час), и давлению, определяемому из выражения:

$$H = H_{тр} - H_{гар} + h_{ч.у.} = 0,263 - 0,2 + 0,02 = 0,083 \text{ МПа} .$$

Для установки приняты насосы марки Wilo PB-088-EA (1 рабочий, 1 резервный), подача 2,4 м<sup>3</sup>/час, давление 9,5 МПа.

#### *Расчет системы внутреннего горячего водопровода*

Аксонметрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляется аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения (см. Приложение 4 настоящих методических указаний).

Гидравлический расчет внутреннего водопровода горячего водоснабжения ведется аналогично гидравлическому расчету внутреннего водопровода холодного водоснабжения. В длину расчетного участка входит также длина полотенцесушителя (2 м).

*Общее число приборов  $N$  для горячего водоснабжения определяется без учета смывных бачков унитазов.*

Выбирается расчетное направление (от диктующего прибора), которое разбивается на расчетные участки.

Определяется вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{гр,и}^h \cdot U}{q_o^h \cdot N \cdot 3600} = \frac{10 \cdot 45}{0,2 \cdot 45 \cdot 3600} = 0,0139 ,$$

где  $q_{гр,и}^h$  – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего потребления (приложение Б [1]),  $q_{гр,и}^h = 10 \text{ л/с}$ ;

$q_o^h$  – секундный расход горячей воды прибором (приложение Б[1]);  $q_o^h = 0,2 \text{ л/с}$ ;

$N$  – общее число санитарно-технических приборов, потребляющих горячую воду, в здании,  $N = 45$ ;

$U$  – общее число водопотребителей в здании,  $U = 45$  чел.

Результаты гидравлического расчета сети внутреннего холодного водопровода сводятся в таблицу.

### Гидравлический расчет внутреннего горячего водопровода

№№ расчетных участков	Число приборов на расчетном участке N	Вероятность действия приборов P	N*P	$\alpha$	$q^h = 5q_o^h \cdot \alpha$ л/с	Диаметр расчетного участка d, мм	Скорость воды v, м/с	Удельные потери давления 1000i, МПа/км	Длина расчетного участка l, м	Потери давления на участке $H = i^2 l$ , МПа*10 <sup>-2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	1	0,0139	0,014	0,2	0,2	15	0,178	360,5	0,7	0,252
1-2	2	0,0139	0,028	0,233	0,233	20	0,727	97,4	1,8	0,175
2-3	2	0,0139	0,028	0,233	0,233	20	0,727	97,4	4,8	0,468
3-4	4	0,0139	0,056	0,283	0,283	20	0,883	139,4	4,8	0,669
4-5	6	0,0139	0,083	0,323	0,323	20	1,008	178,1	4,8	0,855
5-6	8	0,0139	0,111	0,355	0,355	20	1,108	212,4	4,8	1,062
6-7	10	0,0139	0,139	0,389	0,389	20	1,214	251,6	5	0,654
7-8	25	0,0139	0,347	0,573	0,573	25	1,071	143	2,6	0,558
8-9	30	0,0139	0,417	0,624	0,624	25	1,166	167,7	3,9	0,419
9-10	35	0,0139	0,486	0,672	0,672	25	1,256	193,1	2,5	0,483
10-11	45	0,0139	0,625	0,767	0,767	32	0,802	57,271	4,9	0,281
									Σ	5,876
Стояк ТЗ-5										
1	3	0,0139	0,042	0,259	0,259	20	0,808	118,3	4,8	0,568
2	6	0,0139	0,083	0,323	0,323	20	1,008	178,1	4,8	0,855
3	9	0,0139	0,125	0,373	0,373	20	1,164	233	4,8	1,118
4	12	0,0139	0,167	0,42	0,42	20	1,311	293,3	4,8	1,437
Подводка к ст. 5 (7-ст.5)	15	0,0139	0,209	0,458	0,458	25	0,856	94,3	4,9	0,462
									Σ	4,44
Стояк ТЗ-2 (Стояк ТЗ-3)										
1	1	0,0139	0,014	0,2	0,2	15	1,178	360,5	2,8	1,009
2	2	0,0139	0,028	0,233	0,233	20	0,727	97,4	2,8	0,273
3	3	0,0139	0,042	0,259	0,259	20	0,808	118,3	2,8	0,331
4	4	0,0139	0,056	0,283	0,283	20	0,883	139,4	2,8	0,502
Подводка к ст. 3 (8-ст. 3) (Подводка к ст. 2 (9-ст. 2))	5	0,0139	0,070	0,307	0,307	20	0,958	162,1	3,6	0,584
									Σ	2,699
1. Нумерация расчетных участков по ст. 2, 3, 5 проводилась только по стояку, без поквартирных разводов и подводок к стояку. 2. Расчет ст. ТЗ-1 аналогичен ст. ТЗ-4.										

Расчет циркуляционных расходов начинается с определения потерь тепла на участках и всей системы горячего водоснабжения. Результаты расчета приведены в таблице.

**Определение потерь тепла и циркуляционных расходов**

№ участка	Диаметр трубы, мм		Температурный напор $t_{\text{вдв}} - t_0$ , °С	Длина участка l, м	$1 - \eta$	Потери тепла на участке $Q_{\text{п}}$ , кДж/час	Сумма потерь $\sum Q_{\text{п}}$ , кДж/час	Циркуляционный расход $G_{\text{ц}}$	
	наружный $d_{\text{н}}$	внутренний $d_{\text{в}}$						л/час	л/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-6 (ст. ТЗ-4)	26,8	20	55-20=35	19,2	1-0,7=0,3	713	713	—	—
6-7 (подводка к ст. ТЗ-4)	26,8	20	55-5=50	5	0,3	265	978	195,52	0,05
Ст. ТЗ-5	26,8	20	35	19,2	0,3	713	713	—	—
Подводка к ст. ТЗ-5	26,8	20	50	4,9	0,3	260	972	194,46	0,05
<b>7-8</b>	33,5	25	50	2,6	0,3	172	2122	424,44	0,12
Ст. ТЗ-3	26,8	20	35	11,2	0,3	416	416	—	—
Подводка к ст. ТЗ-3	26,8	20	50	3,6	0,3	191	607	121,30	0,03
<b>8-9</b>	33,5	25	50	3,9	0,3	258	2729	545,74	0,15
Ст. ТЗ-2	26,8	20	35	11,2	0,3	416	416	—	—
Подводка к ст. ТЗ-2	26,8	20	50	3,6	0,3	191	607	121,30	0,03
<b>9-10</b>	33,5	25	50	2,5	0,3	166	3501	700,18	0,19
Ст. ТЗ-1	26,8	20	35	19,2	0,3	713	713	—	—
Подводка к ст. ТЗ-1	26,8	20	50	5	0,3	265	978	195,52	0,05
<b>10-11</b>	42,3	32	50	4,9	0,3	410	4889	977,71	0,27

1. Участок 2-6 (ст. ТЗ-4):

$$Q_{2-6} = k \pi d_{\text{н}} (t_{\text{г,в}} - t_0) (1 - \eta) = 42 \cdot 3,14 \cdot 26,8 \cdot 10^{-3} \cdot 19,2 \cdot 35 \cdot 0,3 = 713 \text{ кДж/ч}$$

$$\eta = 0,7, \text{ температура в помещении } t_0 = 20^\circ\text{C} \text{ K} = 42 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}}$$

2. Подводка к ст. ТЗ-4 (6-7):

$$Q_{2-6} = k \pi d_{\text{н}} (t_{\text{г,в}} - t_0) (1 - \eta) = 42 \cdot 3,14 \cdot 26,8 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 50 \cdot 0,3 = 265 \text{ кДж/ч}$$

$\eta = 0,7$  для изолированных труб, находящихся в неотапливаемом помещении, температура в помещении  $t_0 = 5^\circ\text{C}$ .

3. Сумма потерь тепла на участке 6-7:

$$Q_{\text{п}} = Q_{2-6} + Q_{6-7} = 713 + 265 = 978 \text{ кДж/ч}$$

4. Необходимый циркуляционный расход через стояк ТЗ-4:

$$G_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{п}}}{\Delta t} = \frac{978}{5} = 195,52 \text{ л/час} = 0,05 \text{ л/с}$$

$\Delta t$  – разница температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимается от 5 до  $15^\circ\text{C}$ , для расчета принимается  $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ .

5. Суммарные потери тепла на участке 7-8:

$$Q_{\text{п}} = Q_{2-6} + Q_{6-7} + Q_{\text{ТЗ-5}} + Q_{\text{подв.ТЗ-5}} + Q_{7-8} = 713 + 265 + 713 + 260 + 172 = 2122 \text{ кДж/ч}$$

4. Необходимый циркуляционный расход через участок 7-8:

$$G_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{п}}}{\Delta t} = \frac{2122}{5} = 424,44 \text{ л/час} = 0,12 \text{ л/с}$$

Далее расчет ведется аналогично приведенному.

Уточненный гидравлический расчет внутреннего горячего водопровода

№ участка	Расход воды, л/с			Длина l, м	Диаметр d, мм	Скорость v, м/с	Коэффициент $\alpha$ , учит. потеря напора в местных сопротивлениях	Потери давления	
	горячей q	циркуляционной $G_{ц}$	сумма $q + G_{ц}$					$R_{г}$ , МПа/м	на участке $\Delta P_{г,ср}$ МПа* $10^{-2}$ (КПа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11-10	0,767	0,27	1,037	4,9	32	1,084	0,2	0,100	0,59
10-9	0,672	0,19	0,862	2,5	32	0,901	0,2	0,071	0,21
9-8	0,624	0,15	0,774	3,9	32	0,809	0,2	0,058	0,27
8-7	0,573	0,12	0,693	2,6	25	1,295	0,2	0,205	0,64
7-6	0,389	0,05	0,439	5	25	0,821	0,2	0,087	0,52
6-5	0,355	0,05	0,405	4,8	20	1,264	0,5	0,273	1,96
5-4	0,323	0,05	0,373	4,8	20	1,164	0,5	0,233	1,68
4-3	0,283	0,05	0,333	4,8	20	1,039	0,5	0,189	1,36
3-2	0,233	0,05	0,283	4,8	20	0,883	0,5	0,139	1,00
Цирк.ст. 4		0,05	0,05	17	15	0,295	0,1	0,029	0,54
6'-7'		0,05	0,05	5	15	0,295	0,2	0,029	0,17
7'-8'		0,12	0,12	2,6	20	0,374	0,2	0,029	0,09
8'-9'		0,15	0,15	3,9	20	0,468	0,2	0,044	0,20
9'-10'		0,19	0,19	2,5	20	0,593	0,2	0,067	0,20
10'-11		0,27	0,27	4,9	20	0,843	0,2	0,128	0,75
$\Sigma$									10,2
Подводка к ст. 5 (7-ст.5)	0,458	0,05	0,508	4,9	25	0,949	0,2	0,114	0,67
4	0,42	0,05	0,47	4,8	25	0,878	0,5	0,099	0,71
3	0,373	0,05	0,423	4,8	25	0,791	0,5	0,081	0,58
2	0,323	0,05	0,373	4,8	20	1,164	0,5	0,233	1,68
1	0,259	0,05	0,309	4,8	20	0,964	0,5	0,164	1,18
Цирк. Ст. 5		0,05	0,05	17	15	0,295	0,1	0,029	0,54
Цирк. Ст.5-7'		0,05	0,05	4,9	15	0,295	0,2	0,029	0,17
$\Sigma$									5,54
Подводка к ст. 3 (8-ст. 3) (Подводка к ст. 2 (9-ст. 2))	0,307	0,03	0,337	3,6	20	1,052	0,2	0,193	0,83
4	0,283	0,03	0,313	2,8	20	0,977	0,5	0,168	0,71
3	0,259	0,03	0,289	2,8	20	0,902	0,5	0,145	0,61
2	0,233	0,03	0,263	2,8	20	0,821	0,5	0,122	0,51
1	0,2	0,03	0,23	2,8	20	0,718	0,5	0,095	0,40

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цирк. Ст. 3 (цирк. Ст.2)		0,03	0,03	17	15	0,177	0,1	0,012	0,22
Цирк. Ст. 3 - 8' (цирк. Ст. 2 - 9')		0,03	0,03	3,6	15	0,177	0,2	0,012	0,05
Σ									3,34
Подводка к ст. 1 (10-ст. 1)	0,389	0,05	0,439	5	25	0,821	0,2	0,087	0,52
Ст. 1	Из расчета ст. 4 (уч-ки 2-3, 3-4, 4-5, 5-6):					1,96+1,68+1,36+1=			6
Цирк. стояк 1		0,05	0,05	17	15	0,295	0,1	0,029	0,54
Цирк. стояк 1 - 10'		0,05	0,05	5	15	0,295	0,2	0,029	0,17
Σ									7,23

Потери напора на отдельных участках определяются по формуле:

$$\Delta H_{\text{лн}} = R_{\text{л}} l (1 + \alpha), \text{ МПа/м}^2,$$

где  $R_{\text{л}}$  – удельные потери давления, МПа/м, принимаются по [7];  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, который следует принимать: 0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков; 0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов; 0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями.

Для проверки увязки потерь давления в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках их присоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам рассчитываются другие кольца.

*Расчет кольца через стояк Т3-5.*

Располагаемое давление в кольце (точки 7 и 7' через ст. Т3-4)  $H_p = 7,24 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Располагаемое давление в кольце (точки 7 и 7' через ст. Т3-5)  $H_p = 5,54 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Невязка в месте присоединения ст. Т3-5 к магистрали  $\frac{(7,24 - 5,54) \cdot 10^{-2}}{7,24 \cdot 10^{-2}} \cdot 100 = 24\%$ ,

что превышает допустимые 10%.

Для увязки потерь давления на подводке к циркуляционному стояку Т4-5 необходимо установить диафрагму. Диаметр диафрагмы определяется по формуле:

$$d_d = 20 \cdot \sqrt{\frac{G_{\text{л}}}{0,0316 \cdot \sqrt{H_p} + 350 \cdot \frac{G_{\text{л}}}{d^2}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{0,05}{0,0316 \cdot \sqrt{(7,24 - 5,54) \cdot 10^{-2}} + 350 \cdot \frac{0,05}{15^2}}} = 1 < 10 \text{ мм}.$$

Поскольку диаметр диафрагмы получается менее 10 мм, вместо нее на подводке к циркуляционному стояку устанавливается регулировочный кран.

*Расчет кольца через стояк Т3-3.*

Располагаемое давление в кольце через стояк Т3-3 равно сумме располагаемого давления в месте подсоединения стояка Т3-5 (точки 7 и 7') и потерь напора на подающем участке 7-8 и циркуляционном участке 7'-8', то есть  $H_p = (7,24 + 0,64 + 0,09) \cdot 10^{-2} = 7,97 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Располагаемое давление в кольце (точки 8 и 8' через ст. Т3-3)  $H_p = 3,34 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Невязка в месте присоединения ст. Т3-3 к магистрали  $\frac{(7,97 - 3,34) \cdot 10^{-2}}{7,97 \cdot 10^{-2}} \cdot 100 = 54\%$ ,

что больше допустимых 10%.

Для увязки потерь давления на подводке к циркуляционному стояку Т4-3 необходимо установить диафрагму. Диаметр диафрагмы определяется по формуле:

$$d_d = 20 \cdot \sqrt{\frac{G_u}{0,0316 \cdot \sqrt{H_p} + 350 \cdot \frac{G_u}{d^2}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{0,03}{0,0316 \cdot \sqrt{(7,97 - 3,34) \cdot 10^{-2}} + 350 \cdot \frac{0,03}{15^2}}} = 1 < 10 \text{ мм}.$$

Вместо диафрагмы устанавливается регулировочный кран.

*Расчет кольца через стояк Т3-4.*

Располагаемое давление в кольце через стояк Т3-4 равно сумме располагаемого давления в месте подсоединения стояка Т3-4 (точки 8 и 8') и потерь напора на подающем участке 8-9 и циркуляционном участке 8'-9', то есть  $H_p = (7,97 + 0,64 + 0,09) \cdot 10^{-2} = 8,45 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Располагаемое давление в кольце (точки 9 и 9' через ст. Т3-2)  $H_p = 3,34 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Невязка в месте присоединения ст. Т3-2 к магистрали  $\frac{(8,45 - 3,34) \cdot 10^{-2}}{8,45 \cdot 10^{-2}} \cdot 100 = 61\%$ ,

что больше допустимых 10%.

Для увязки потерь давления на подводке к циркуляционному стояку Т4-2 необходимо установить диафрагму. Диаметр диафрагмы определяется по формуле:

$$d_d = 20 \cdot \sqrt{\frac{G_u}{0,0316 \cdot \sqrt{H_p} + 350 \cdot \frac{G_u}{d^2}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{0,03}{0,0316 \cdot \sqrt{(8,45 - 3,34) \cdot 10^{-2}} + 350 \cdot \frac{0,03}{15^2}}} = 1 < 10 \text{ мм}.$$

Вместо диафрагмы устанавливается регулировочный кран.

*Расчет кольца через стояк Т3-1.*

Располагаемое давление в кольце через стояк Т3-4 равно сумме располагаемого давления в месте подсоединения стояка Т3-4 (точки 9 и 9') и потерь напора на подающем участке 9-10 и циркуляционном участке 9'-10', то есть  $H_p = (8,45 + 0,21 + 0,2) \cdot 10^{-2} = 8,86 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Располагаемое давление в кольце (точки 10 и 10' через ст. Т3-1)  $H_p = 7,23 \cdot 10^{-2}$  МПа.

Невязка в месте присоединения ст. Т3-1 к магистрали  $\frac{(8,86 - 7,23) \cdot 10^{-2}}{8,86 \cdot 10^{-2}} \cdot 100 = 18\%$ ,

что больше допустимых 10%.

Для увязки потерь давления на поводке к циркуляционному стояку Т4-1 необходимо установить диафрагму. Диаметр диафрагмы определяется по формуле:

$$d_D = 20 \cdot \sqrt{\frac{G_{Ц}}{0,0316 \cdot \sqrt{H_{пер}} + 350 \cdot \frac{G_{Ц}}{d^2}}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{0,05}{0,0316 \cdot \sqrt{(8,86 - 7,23) \cdot 10^{-2}} + 350 \cdot \frac{0,05}{15^2}}} = 1 < 10 \text{ мм}$$

Вместо диафрагмы устанавливается регулировочный кран.

Подбирается общедомовой счетчик горячей воды:

$$h_{сч} = 5 \cdot q^2 = 0,0264 \cdot 1,037^2 = 0,028 \text{ МПа} < 0,05 \text{ МПа},$$

где  $q$  – расход воды на вводе (участок 10-11) с учетом циркуляционного расхода, л/с;

$S$  – гидравлическое сопротивление счетчика, принят счетчик с диаметром условного прохода 25 мм,  $S = 0,0264 \text{ МПа}/(\text{л/с})^2$ .

### Расчет системы внутренней канализации

Трассировка сети внутренней канализации представлена в Приложении 2, фрагмент аксонометрической схемы внутренней канализации – в Приложении 5.

Определяются расчетные расходы сточных вод на канализационных стояках и подбираются их диаметры. Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажных отводов, присоединенных к этому стояку.

	№№ канализационных стояков				
	К1-1	К1-2	К1-3	К1-4	К1-5
Число жителей, обслуживаемых расчетным стояком U	20	20	15	15	10
Число приборов на расчетном стояке N	15	5	5	15	20
Вероятность P	0,0193	0,0578	0,0433	0,0144	0,0072
NP	0,289	0,289	0,217	0,217	0,144
$\alpha$ (приложение В.2 [1])	0,526	0,526	0,467	0,467	0,394
Общий максимальный расход сточных вод $q_{tot}$ , л/с	0,789	0,789	0,701	0,701	0,591
Расход стоков от прибора с максимальным водоотведением $q_0^s$ , л/с	1,6	0,6	0,6	1,6	1,6
Максимальный секундный расход сточных вод $q_s$ , л/с	2,39	1,39	1,30	2,30	2,19
Диаметр поэтажного отвода, мм	100	50	50	100	100
Диаметр стояка, мм	100	85	85	100	100
Пропускная способность стояка, л/с	3,2	2,8	3,2	2,8	3,2
Угол присоединения поэтажного отвода, град.	90	90	90	90	90

В здании имеются два выпуска. Для каждого выпуска расчет ведется отдельно. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску, при этом скорость движения



жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов – не менее 0,3.

	№№ канализационных выпусков	
	Выпуск 1	Выпуск 2
Число жителей, обслуживаемых расчетным выпуском U	20	45
Число приборов на расчетном выпуске N	15	45
Вероятность P	0,0193	0,0144
NP	0,289	0,650
$\alpha$ (приложение В.2 [1])	0,526	0,394
Общий максимальный расход сточных вод $q_{\text{об}}$ , л/с	0,789	0,591
Расход стоков от прибора с максимальным водоотведением $q_0^s$ , л/с	1,6	1,6
Максимальный секундный расход сточных вод $q_s$ , л/с	2,389	2,191
Диаметр выпуска, мм	100	100
Уклон выпуска	0,02	0,02
Скорость движения сточных вод $v$ , м/с	0,793	0,842
Наполнение $h/d$	0,404	0,465
$v \sqrt{\frac{h}{d}}$	0,504	0,574

Условие  $v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0,6$  не выполняется из-за недостаточной величины расхода бытовых сточных вод, однако принять меньший диаметр выпуска невозможно, так как диаметры стояков, присоединяемых к данному выпуску, 100 мм, а диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску.

### *Гидравлический расчет дворовой канализационной сети*

Гидравлический расчет дворовой канализационной сети заключается в определении диаметров труб, скоростей движения сточной жидкости, уклонов, наполнения, а также глубины заложения труб. Результатом гидравлического расчета канализационной сети является построение ее продольного профиля.

Определяются расчетные расходы по участкам дворовой канализационной сети:

#### **Участок КК1–КК2:**

– вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{\text{нр},u}^{\text{tot}} \cdot U}{q_0^{\text{tot}} \cdot N \cdot 3600} = \frac{15,6 \cdot 45}{0,3 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0108,$$

где  $q_{hr,u}^{tot}$  – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, (приложение Б [1]);  $q_{hr,u}^{tot} = 15,6$  л/час;

$U$  – общее число жителей в здании, чел.;

$N$  – общее число санитарно-технических приборов в здании;

$q_0^{tot}$  – общий расход воды санитарно-техническим прибором (арматурой), величину которого следует определять согласно приложения Б [1],  $q_0^{tot} = 0,3$  л/с;

	№№ участков дворовой сети			
	КК1-КК2	КК2-КК3	КК3-ККК	ККК-ГК
Число приборов на расчетном участке N	15	60	60	60
Вероятность P	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108
NP	0,163	0,650	0,650	0,650
$a$ (приложение В.2 [1])	0,415	0,779	0,779	0,779
Общий максимальный расход сточных вод $q_{tot}$ , л/с	0,6225	1,169	1,1685	1,1685
Расход стоков от прибора с максимальным водоотведением $Q_0^s$ , л/с	1,6	1,6	1,6	1,6
Максимальный секундный расход сточных вод $q_s$ , л/с	2,223	2,769	2,769	2,769

Отметка лотка трубы в колодце КК1 вычисляется по следующей формуле:

$$\nabla_{лотка\ КК1} = \nabla_{пов.земли} - h_{промерз.} + 0,3 = 89 - 1 + 0,3 = 88,3\ м.$$

При гидравлическом расчете начальная глубина заложения трубопровода должна быть не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм.

Глубина заложения:

$$h = \nabla_{пов.земли} - \nabla_{лотка\ КК1} = 89 - 88,3 = 0,7\ м < h_{min}$$

$$h_{min} = 0,7 + d = 0,7 + 0,15 = 0,85\ м$$

Принимается к расчету глубина заложения  $h = 0,85$  м.

По результатам гидравлического расчета построен продольный профиль дворовой сети (см. Приложение б).

Результаты гидравлического расчета дворовой канализационной сети

№ участка сети	Длина участка сети L, м	Расчетный расход q, л/с	d, мм	Уклон i	Скорость v, м/с	Наполнение		Потери напора, Н = iL, м	Отметки, м						Глубина заложения лотка, м	
						h д	h, м		Поверхность земли, м		Поверхность воды или шелыжки, м		Поверхность лотка, м		В начале участка	В конце участка
									Н	К	Н	К	Н	К		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КК1-КК2	12,2	2,223	150	0,008	0,541	0,281	0,042	0,098	89,000	89,000	88,300	88,202	88,150	88,052	0,850	0,948
КК2-КК3	10	2,769	150	0,008	0,575	0,315	0,047	0,080	89,000	89,000	88,052	87,972	87,902	87,822	1,098	1,178
КК3-ККК	23,5	2,769	150	0,008	0,575	0,315	0,047	0,188	89,000	89,000	87,822	87,634	87,672	87,484	1,328	1,516
ККК-ГК	5	2,769	150	0,008	0,575	0,315	0,047	0,040	89,000	89,000	85,690	85,650	85,540	<b>85,500</b>	3,460	3,500

Примечание: Поскольку участки дворовой сети являются безрасчетными, т.е. скорость движения сточных вод по ним составляет менее 0,7 м/с, то при соединении участков в колодцах КК2, КК3 лоток выходящей трубы опускается на диаметр.

### Расчет внутренних водостоков

Расчетный расход дождевых вод  $Q_{\text{расч}}$  определяется по методу предельных интенсивностей, в зависимости от величины водосборной площади кровли ( $F$ ,  $\text{м}^2$ ) и интенсивности дождя ( $q_{20}$ ,  $\text{л/с с 1 га}$ ). Предполагается установка одной водосточной воронки Вр7А на секцию здания (диаметр патрубка 80 мм, пропускная способность воронки 5  $\text{л/с}$ ). Выпуск – *открытый* на отмостку вокруг здания, длина 6 м, уклон 0,02. Схема выпуска – перпендикулярная (см. Приложение 2). Интенсивность дождя  $q_{20} = 102 \text{ л/с с 1 га}$ .

1. Водосборная площадь (определена по размерам здания, Приложение 1):

$$F = F_{\text{кровли}} = 201,6 \text{ м}^2.$$

2. Расчетный расход дождевых вод:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F \cdot q_{20}}{10000} = \frac{201,6 \cdot 102}{10000} = 2,06 \text{ л/с},$$

$q_{20}$  – интенсивность дождя (для данной местности) продолжительностью 20 минут при периоде однократного превышения расчетной интенсивности дождя  $P = 1$  год,  $\text{л/с с 1 га}$ , принимается по [11].

3. Пропускная способность, то есть максимальный расчетный расход при напорном режиме, составит:

$$Q_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{H}{S_0}} = \sqrt{\frac{14,8}{0,0121}} = 34,9 \text{ л/с},$$

где  $H$  – напор в системе, м, определяется как разность отметок кровли у воронки и ося выпуска. Отметка выпуска берется на 0,3 м выше отметки земли около здания.

$$H = \nabla_{\text{кровли}} - \nabla_{\text{выпуска}} = 104,1 - 89,3 = 14,8 \text{ м};$$

$S_0$  – полное сопротивление системы,  $\text{м}^2/(\text{л}^2)$ , то есть сумма сопротивлений по всей длине труб ( $A_1 l$ ) и местных сопротивлений фасонных частей труб, включая сопротивления воронки и выпуска:

$$S_0 = A_1 \cdot l + A_m \cdot \sum \xi \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2 / \text{л}^2 = 0,00104 \cdot 6 + 0,002 \cdot (1,5 + 0,45 + 1,0) = 0,0121,$$

где  $A_1$  – удельное сопротивление по длине трубопровода, принимается по табл. 4.2 для диаметра трубопровода 80 мм из чугуна;

$l$  – длина трубопровода (6 м), м;

$A_m$  – удельное местное сопротивление, принимается в зависимости от диаметра трубопровода (80 мм) по таблице 4.3.

$\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений (присная воронка, чугунный отвод  $135^\circ$ , выпуск), принимается по таблице 4.4.

4. Таким образом:

$$Q_{\text{расч}} = 2,06 \text{ л/с} < Q_{\text{пр}} = 34,9 \text{ л/с}.$$

То есть пропускная способность запроектированного водостока превышает расчетный расход, что обеспечит отвод дождевых вод без повышения уровня воды на крыше.

#### Расчет внутридомового газопровода

Производится трассировка сети внутреннего газопровода, назначается расположение стояков газопровода, намечаются места расположения запорно-регулирующей арматуры (см. Приложение 7).

Составляется аксонометрическая схема сети внутреннего газопровода (см. Приложение 8). Выбирается наиболее далеко расположенный от ввода газопроводный стояк, и расчетное направление на схеме разбивается на расчетные участки, определяется их длина.

Определяются расчетные расходы газа на участках газопровода по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{\text{sim}} \cdot q_{\text{ном}} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $k_{\text{sim}}$  – коэффициент одновременности для жилых домов, принимаем по таблице 6.1. настоящих методических указаний;

$q_{\text{ном}}$  – номинальный расход газа прибором, принимается  $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$n_i$  – число однотипных приборов (плит).

По расчетным расходам газа назначаются диаметры труб на участках сети. Данные расчета сводятся в таблицу. Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяются по таблице 6.3, эквивалентные длины при  $\xi=1$  – по рис. 6.1 (для природного газа), удельные потери в Па на 1 м длины – по рисунку 6.2 (для природного газа).

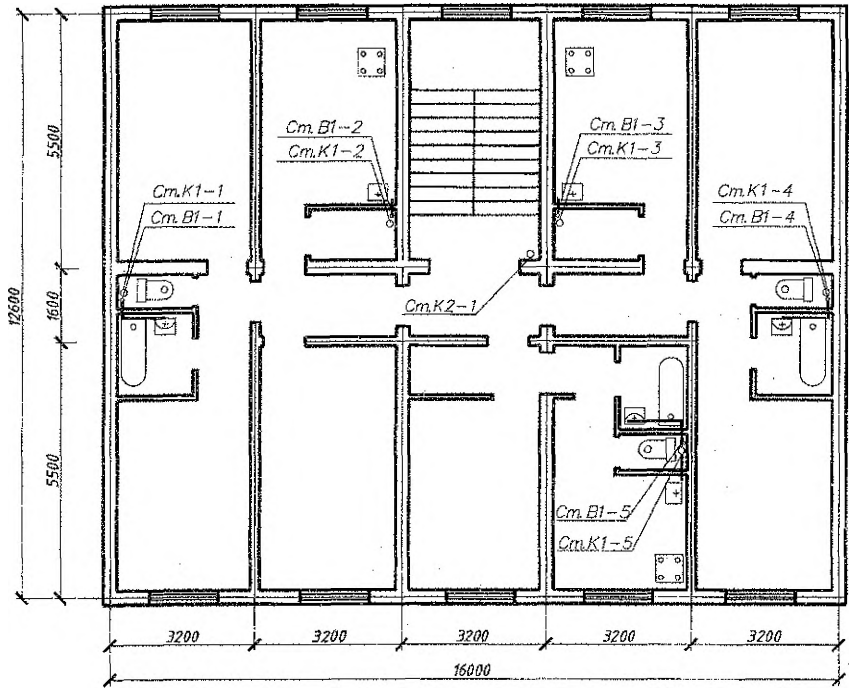
Сумма общих потерь давления на расчетных участках должна быть не более 350 Па.



### *Литература*

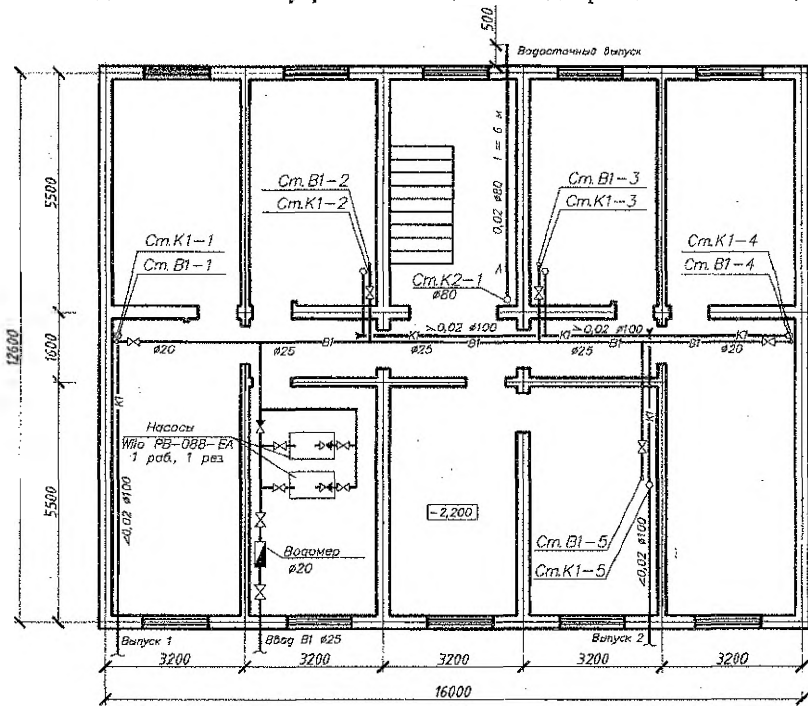
1. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-52-2007. – Минск, 2008.
2. Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-54-2007. – Минск, 2008.
3. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М.: Стройиздат, 2000. – 397 с.
4. Тугай, А.М. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: Справочник / А.М. Тугай, В.Д. Ивченко, В.И. Кулик [и др.]. – Киев: Будівельник, 1982. – 256 с.
5. Яромский, В.Н. Инженерно-техническое оборудование зданий / В.Н. Яромский, В.С. Северянин, Н.И. Кирилук. – Минск: Ураджай, 2000. – 125 с.
6. Кедров, В.С. Водоснабжение и канализация / В.С. Кедров, П.П. Пальгун, М.А. Сомов. – М.; Стройиздат, 1984.
7. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1973. – 113 с.
8. Лукиных, А.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – Изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.
9. Ионин, А.А. Газоснабжение: учебник для вузов. – Изд. 2-е переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 439 с.
10. Кедров, В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий / В.С. Кедров, Б.Н. Лавров. – М.: Стройиздат, 1989.
11. Системы дождевой канализации. Сети и сооружения на них. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-56-2012 (02250).

План типового этажа со стояками холодного водопровода и канализации

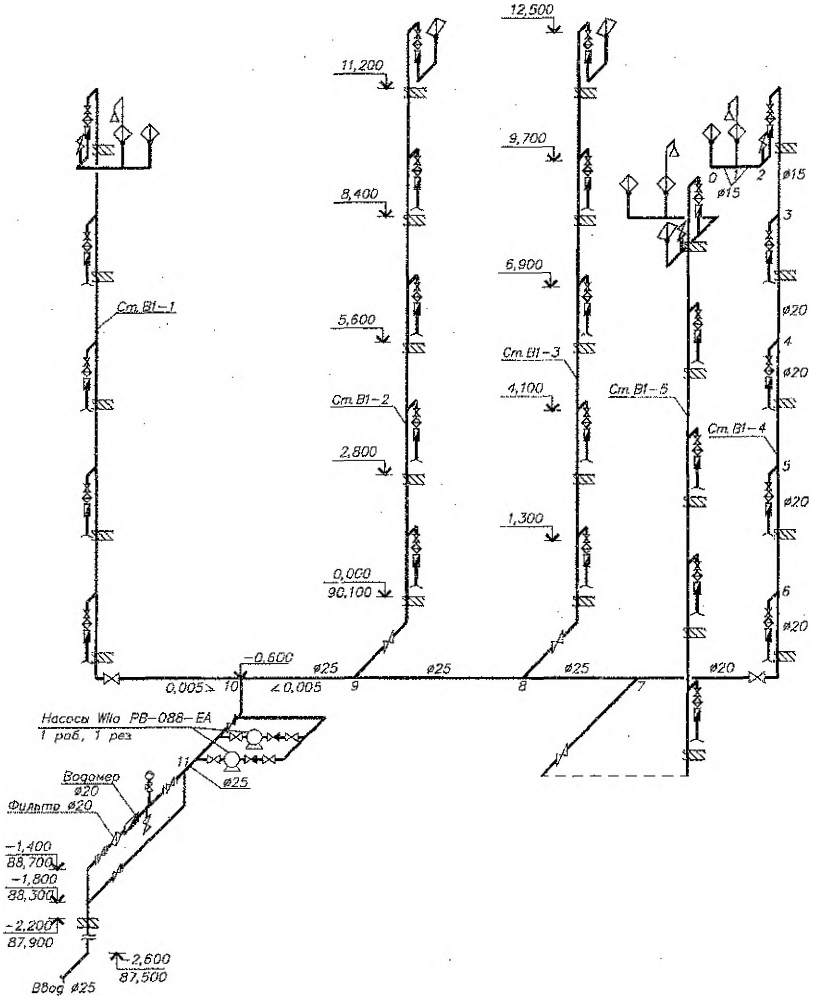




План подвала с сетями внутреннего холодного водопровода и канализации

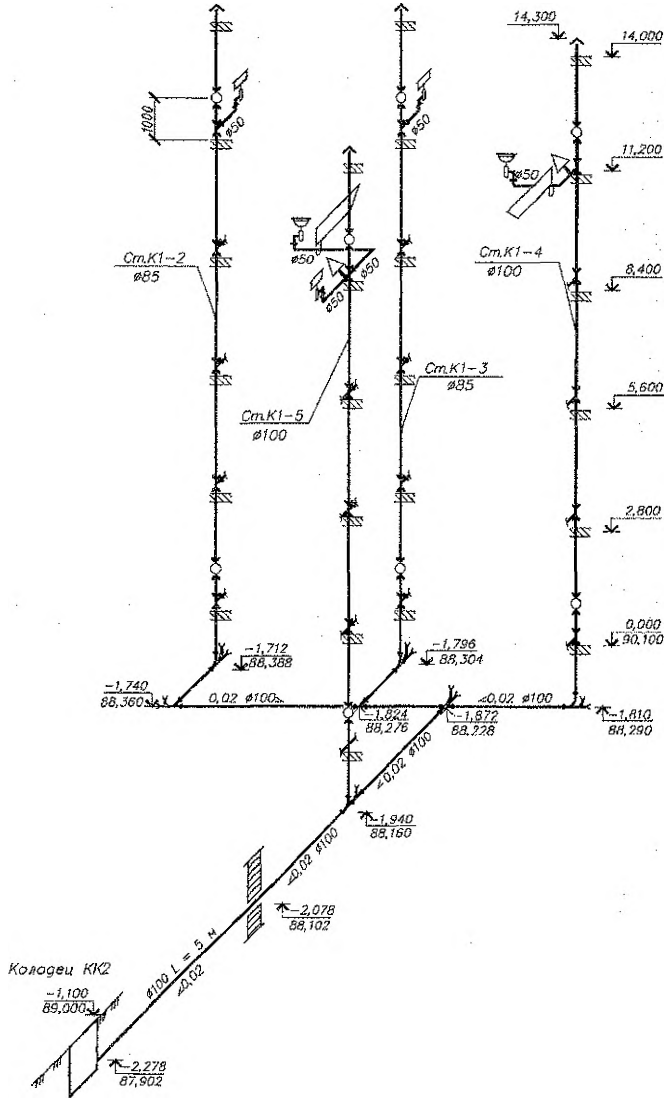


Аксонометрическая схема внутреннего холодного водопровода



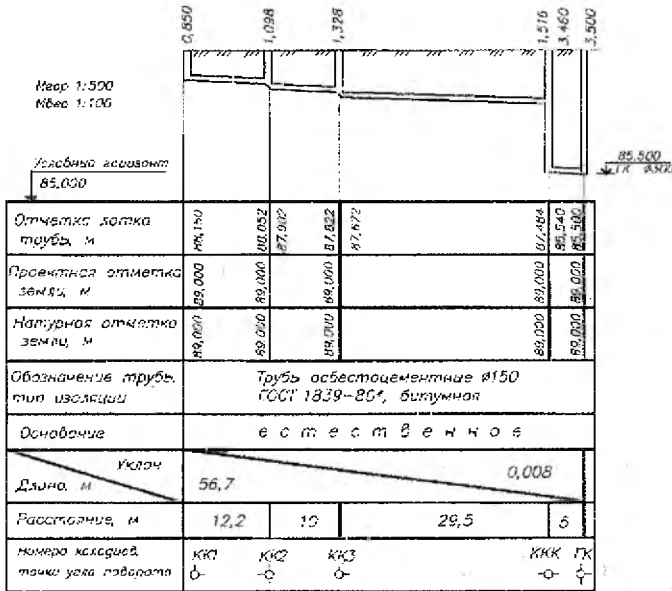


АксонOMETрическая схема внутренней канализации (по одному выпуску)

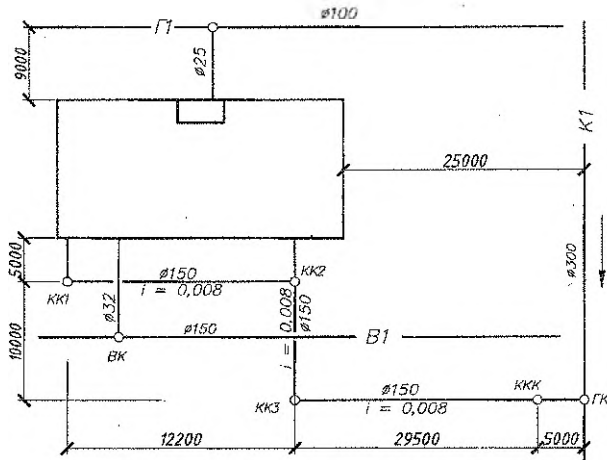


Приложение 6.

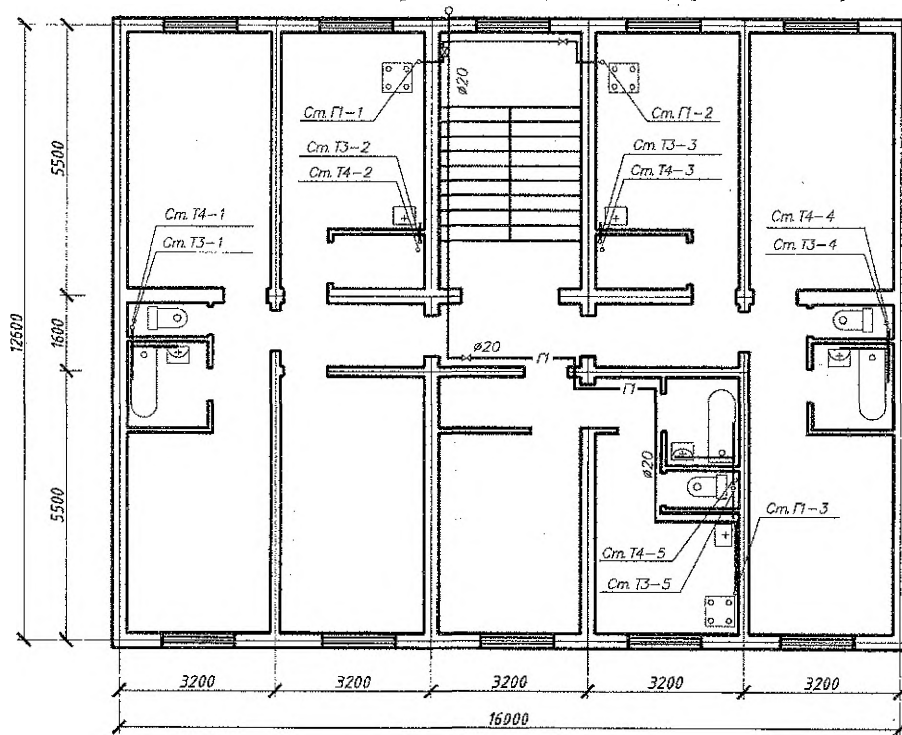
Продольный профиль дворовой канализационной сети



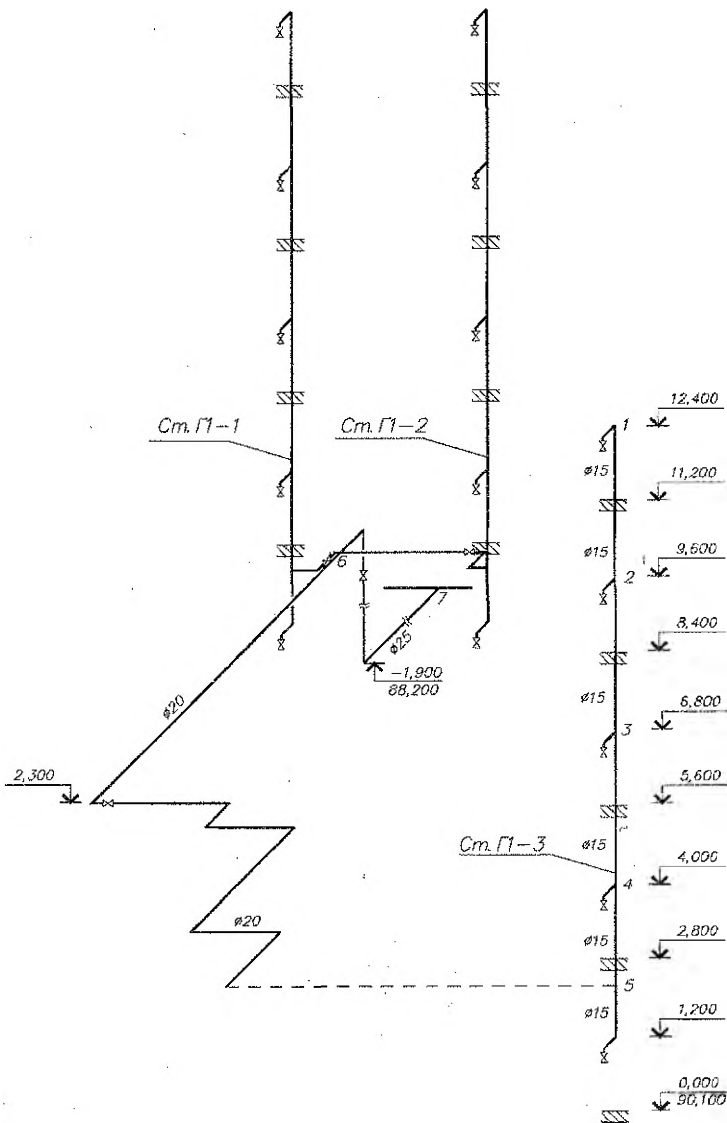
Генплан участка с сетями М 1:500



План первого этажа со стояками горячего водопровода и внутреннего газопровода



Аксонетрическая схема внутреннего газопровода



Учебное издание

*Составители:*

*Галина Александровна Волкова*

*Наталья Юрьевна Сторожук*

## **Методические указания**

к выполнению курсового проекта по дисциплине  
«Санитарно-техническое оборудование здания»  
*для студентов специальности*  
*1-70 04 03 - «Водоснабжение, водоотведение*  
*и охрана водных ресурсов»*

*дневной и заочной форм обучения*

Ответственный за выпуск: Волкова Г.А.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 29.12.2015 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура «Times New Roman».  
Бумага «Performer». Усл. п. л. 3,25. Уч. изд. 3,5. Заказ № 1299. Тираж 50 экз.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный  
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.