

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере

Г. Н. БЕЛОУСОВА, А. М. РАТНИКОВА

**ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
(ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ)**

**Учебно-методическое пособие по выполнению
расчетно-графических работ**

Гомель 2019

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра экологии и энергоэффективности в техносфере

Г. Н. БЕЛОУСОВА, А. М. РАТНИКОВА

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ)

*Одобрено методической комиссией факультета ПГС в качестве учебно-методического пособия для студентов специальности
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и
1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»*

Гомель 2019

УДК 628.1/2(075.8)
ББК 38.761.1
Б43

Р е ц е н з е н т – заведующий кафедрой Архитектуры и строительства,
доктор архитектуры, профессор *И. Г. Малков* (БелГУТ)

Белоусова, Г. Н.

Б43 Инженерные системы зданий и сооружений (водоснабжение и водоотведение) : учеб.-метод. пособие / Г. Н. Белоусова, А. М. Ратникова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 44 с.
ISBN 978-985-554-798-4

Излагаются общие требования к внутренним системам водоснабжения и канализации зданий. Приведены принципы, правила и положения взаимосвязи архитектурно-художественных решений здания с требуемым санитарно-техническим оборудованием. Излагаются основные методики расчета систем внутреннего водоснабжения и канализации жилого дома. Указаны нормативные и справочные данные для гидравлического расчета систем водоснабжения и канализации зданий.

Предназначено для студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью». Будет полезно студентам других специальностей и заинтересованным в этой области читателям.

УДК 628.1/2 (075.8)
ББК 38.761.1

ISBN 978-985-554-798-4

© Белоусова Г. Н., Ратникова А. М., 2019
© Оформление. БелГУТ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Порядок выполнения, объем и содержание расчетно-графических работ	5
1 Внутренний водопровод	7
1.1 Конструирование системы внутреннего водопровода	7
1.2 Выбор системы и схемы внутреннего водопровода	7
1.3 Водопроводный ввод и водомерный узел	11
1.4 Проектирование внутренних сетей водопровода.....	14
1.5 Аксонометрическая схема внутреннего водопровода	16
1.6 Гидравлический расчет системы внутреннего водопровода	17
1.7 Подбор счетчика воды	23
1.8 Определение требуемого напора.....	24
2 Внутренняя канализация.....	26
2.1 Конструирование системы канализации	26
2.2 Выбор системы и схемы канализации	26
2.3 Проектирование канализации.....	30
2.4 Аксонометрическая схема внутренней канализации.....	31
2.5 Определение расчетных расходов сточных вод.....	34
2.6 Гидравлический расчет внутренних канализационных сетей	34
2.7 Проектирование дворовой и внутриквартальной канализационной сети.....	36
Список литературы.....	39
Приложение А Элементы систем внутреннего водопровода и канализации	41
Приложение Б Термины и определения	44

ВВЕДЕНИЕ

Для нормальной эксплуатации зданий необходимо обеспечить бесперебойную работу инженерных сетей и оборудования. Значительное влияние на работу конструкций здания могут оказывать водопровод, канализация и санитарно-техническое оборудование. Поэтому инженер-строитель должен знать основы проектирования, монтажа и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения зданий.

Подготовленное по инициативе авторов настоящее учебно-методическое пособие ставит своей целью восполнить сложившийся к настоящему времени дефицит технической литературы с учетом современных законодательных и нормативно-технических документов, касающихся проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения зданий.

В пособии приведены данные по нормативно-технической документации, вышедшей в последние годы в Республике Беларусь. Изложены основные методы определения расчетных расходов и режимов водопотребления, даны основы выбора и проектирования систем водоснабжения зданий, противопожарного водоснабжения. Также приведены основные сведения о системах и схемах водоотведения зданий, устройства водоотводящей сети и сооружений на ней.

По каждому разделу приведен иллюстрационный материал, который помогает студенту легче усвоить содержание учебно-методического пособия. Практическая реализация представленных в пособии методов расчетов и конструирования подкреплена обширными справочными и графическими материалами, позволяющими во многих случаях избежать необходимости обращения дополнительно к другим техническим справочным изданиям.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Цель расчетно-графических работ (РГР) – закрепить теоретические знания по проектированию и расчету систем внутреннего водоснабжения и водоотведения жилого здания.

Данные работы разделяются на РГР по водоснабжению (РГР № 1) и по водоотведению (РГР № 2). Предусматривают определение расчетных расходов воды, выполнение гидравлического расчета сетей, нанесение сетей водоснабжения и водоотведения на чертежи планов этажей, составление генплана участка застройки, построение продольного профиля дворовой сети водоотведения.

Расчетно-графическая работа должна содержать расчетную часть (10–15 листов формата А4) и графическую часть (5–7 листов формата А4 или А3).

Графическая часть содержит:

- генплан участка застройки объекта с нанесенными подземными коммуникациями водоснабжения и водоотведения (М 1:500);
- планы здания (планы типового этажа и подвала с нанесенными сетями и оборудованием водоснабжения и водоотведения здания), вычерченные в масштабе 1:100 или 1:200;
- аксонометрическую схему внутреннего водопровода здания;
- аксонометрическую схему выпуска канализации здания;
- продольный профиль дворовой сети водоотведения.

РГР № 1 рекомендуется выполнять в следующем порядке:

– выбрать на плане здания и генплане застройки место устройства ввода водопровода, разместить на плане этажа и подвала водопроводные стояки согласно имеющимся санитарным приборам. На плане подвала нанести магистральные и разводящие трубопроводы;

– вычертить схему водопроводной сети в аксонометрии (М 1:100) до врезки в городскую водопроводную сеть с указанием на ней водоразборной и запорной арматуры, водомерного узла, элементов здания. Проставить отметки и уклоны на магистральной линии и вводе. Предусмотреть установку одного или двух поливочных кранов. Определить общее количество водоразборных точек N в здании для снабжения водой потребителей (жителей дома) в количестве U человек;

– произвести гидравлический расчет сети внутреннего водопровода на пропуск хозяйственно-питьевого расхода, подобрать калибр счетчика количества воды на вводе, определить требуемый напор в здании;

– на аксонометрической схеме проставить полученные в результате гидравлического расчета диаметры труб, отметить места перехода от одного диаметра к другому, калибр счетчика.

РГР № 2 рекомендуется выполнять в следующем порядке:

– на плане этажа и подвала здания, с запроектированными стояками и сетями водоснабжения, разместить стояки и сети внутренней канализации;

– вычертить схему одного выпуска канализации в аксонометрии (М 1:100) до колодца дворовой сети канализации с указанием на ней приемников сточных вод, ревизий, прочисток, сборных трубопроводов, элементов здания. Проставить отметки этажей, диаметры, длины и уклоны отводных, сборных линий и выпуска. Определить общее количество приемников сточных вод в здании. Конструктивно принять диаметры отводных линий, стояков и выпусков из здания и проставить на аксонометрии канализации. Выполнить гидравлический расчет внутренней, дворовой и внутриквартальной сетей канализации;

– построить продольный профиль дворовой канализационной сети в горизонтальном масштабе, равном масштабу генплана (1:500), и вертикальном масштабе 1:100.

1 ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД

Систему холодного водоснабжения зданий называют внутренним водопроводом. Внутренний водопровод – трубы и устройства, предназначенные для подачи воды от водопроводной сети города или населенного пункта к санитарно-техническим приборам, пожарным кранам и технологическому оборудованию зданий. Из городского водопровода вода на все нужды поступает в центральный тепловой пункт (ЦТП), где повысительная установка увеличивает ее давление, а затем вода подается на нужды холодного водоснабжения микрорайона.

1.1 Конструирование системы внутреннего водопровода

Конструирование систем внутреннего водопровода заключается в выборе типа труб, мест установки санитарных приборов, разводящих магистралей, ввода, водомерного узла, стояков, напорных баков, насосных установок.

Конструирование систем следует вести в следующем порядке:

- на планах этажей и подвала размещаются санитарные приборы;
- размещаются стояки на планах этажей и подвала, которые нумеруются Ст.В1-1, Ст.В1-2 и т.д. (рисунок 1);
- на плане подвала наносятся разводящие магистрали (рисунок 2);
- назначаются места расположения ввода, водомерного узла и насосных установок, которые наносятся на план подвала;
- вычерчивается аксонометрическая схема водопровода (рисунок 3).
- выбирается тип труб.

1.2 Выбор системы и схемы внутреннего водопровода

Выбор системы внутреннего водопровода производится с учетом технико-экономических, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также принятой системы наружного водопровода [1].

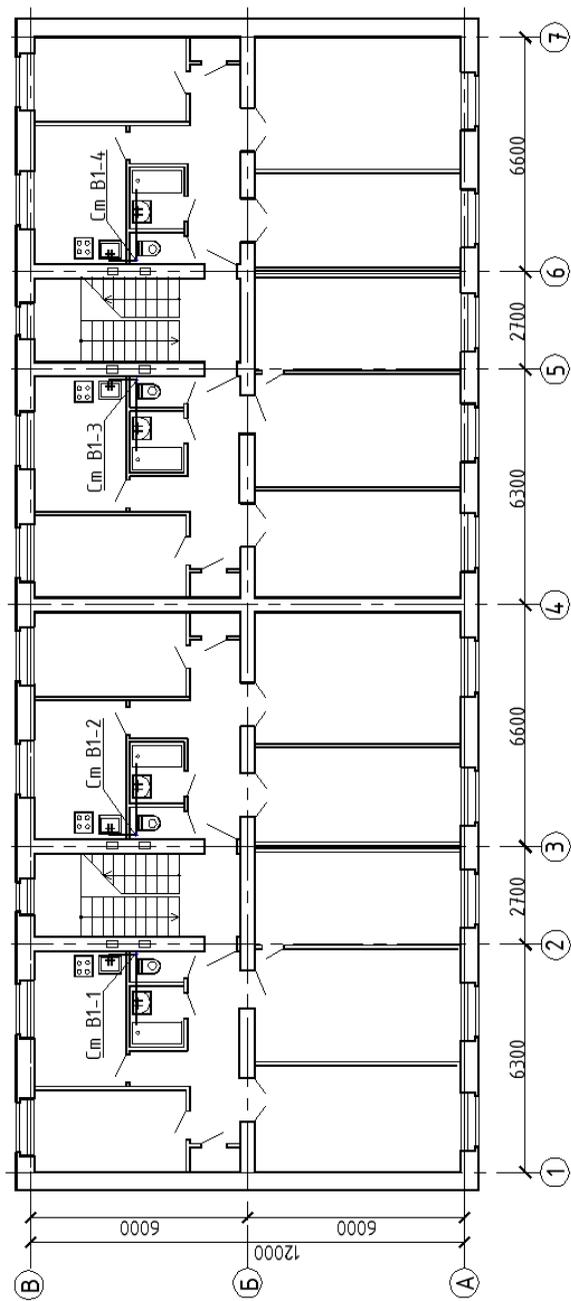


Рисунок 1 – План типового этажа

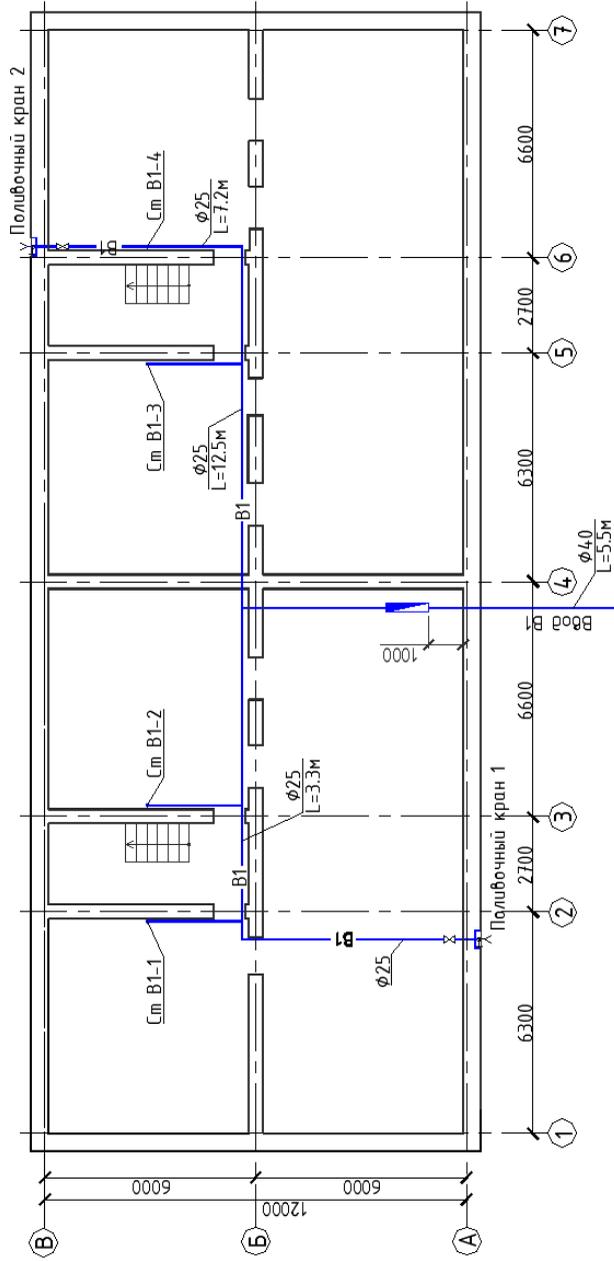


Рисунок 2 – План подвала

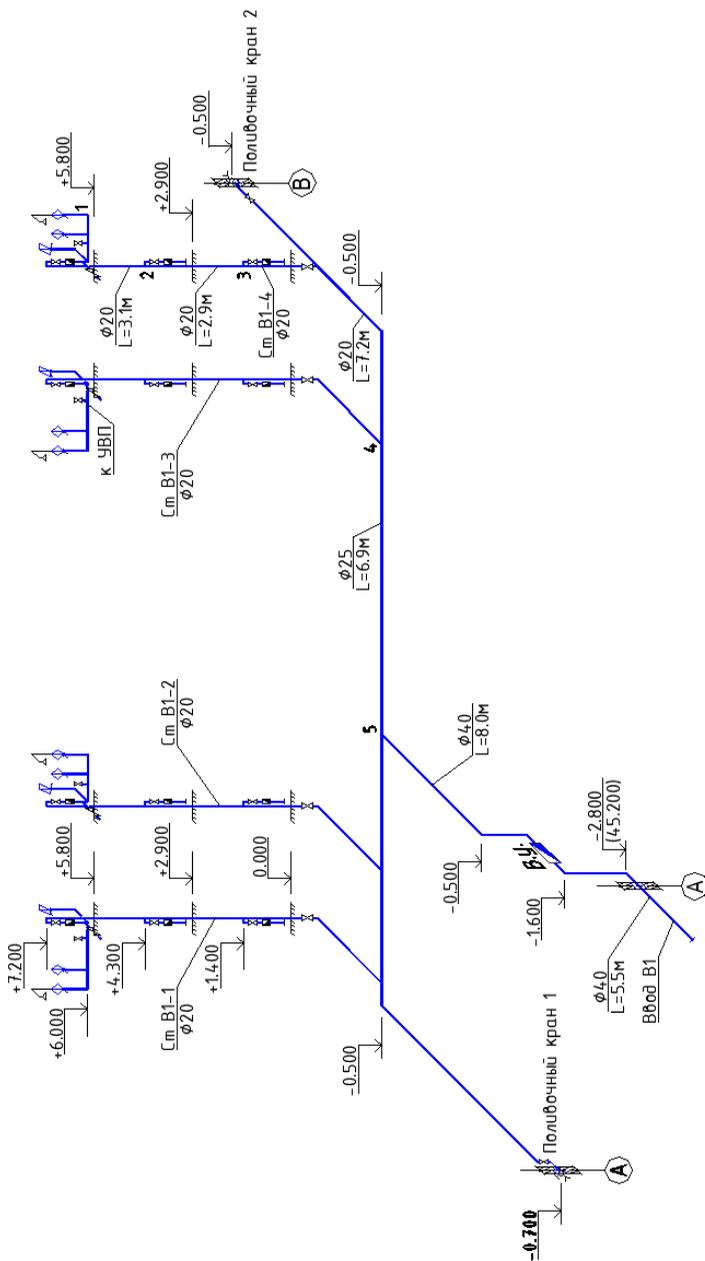


Рисунок 3 – Аксонометрическая схема водопровода

В процессе проектирования внутреннего водопровода холодной воды необходимо руководствоваться специальными требованиями [11].

Если жилое здание расположено в черте населенного пункта, на территории, охваченной городскими сетями водопровода и канализации, то в нем проектируется централизованная хозяйственно-питьевая проточная и противопожарная системы. Если жилое здание высотой до 12 этажей, то принимается только централизованная проточная хозяйственно-питьевая система. В этом случае схема водоснабжения – тупиковая, с нижней разводкой (перерыв в подаче воды возможен). По категории надежности с подачей питьевой воды системы водоснабжения населенных пунктов при числе жителей более 50000 чел. следует относить к I категории, от 5000 до 50000 чел. – к II категории и менее 5000 чел. – к III категории [3].

Если жилое здание имеет 12 и более этажей, то принимается объединенная система водоснабжения: хозяйственно-питьевая и противопожарная. Схема водоснабжения для зданий высотой 12–18 этажей принимается с нижней разводкой, с кольцевой магистралью, но с тупиковыми стояками и не менее, чем с двумя вводами.

Выбор материала труб для систем внутреннего водоснабжения следует осуществлять на основании следующих исходных данных:

- функциональное назначение систем водоснабжения и требуемое в них давление;

- требования к качеству воды.

Для трубопроводов систем внутреннего водоснабжения, подающих воду питьевого качества, следует применять:

- полимерные и металлополимерные трубы (полиэтилен низкого давления (ПНД) и высокого давления (ПВД) [14], поливинилхлорид (ПВХ), полипропилен и его сополимеры (ПП); сшитый полиэтилен) [6];

- стальные трубы с внутренним и наружным защитным покрытием от коррозии;

- трубы и соединительные части из меди, бронзы, латуни.

Применение на сетях противопожарных или объединенных противопожарных водопроводов зданий труб из горючих материалов не допускается, за исключением подводок к санитарно-техническим приборам с наружным диаметром 25 мм и менее [7].

1.3 Водопроводный ввод и водомерный узел

Вводом называется трубопровод от места врезки на сети наружного водопровода до сети внутреннего водопровода (до водомерного узла, размещенного внутри здания). Ввод, как правило, прокладывают перпендикулярно

но стене или фундаменту здания по кратчайшему расстоянию с уклоном не менее 0,002 в сторону наружной сети. В местах присоединения вводов к наружным сетям водопроводов должны располагаться колодцы с установленной в них запорной арматурой и, при необходимости, спускными устройствами (рисунок 4).

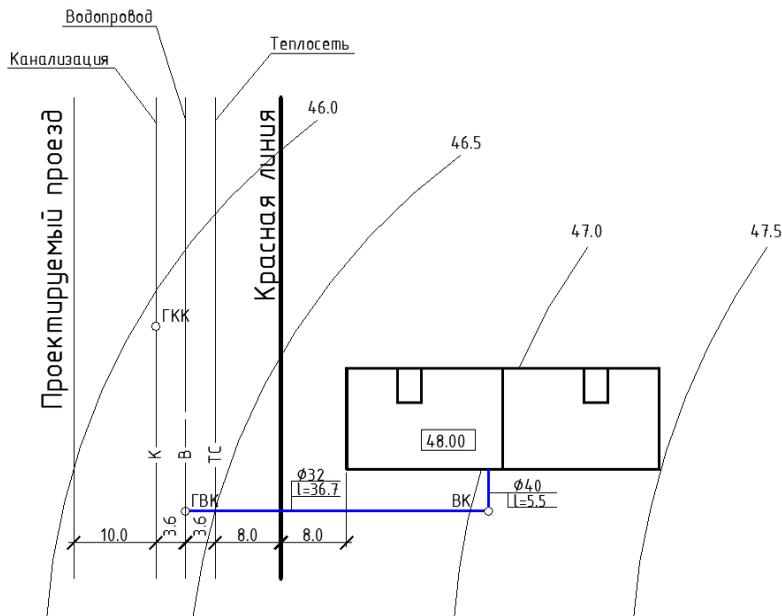


Рисунок 4 – Генплан

Водопроводные сети проектируют в увязке с сетями канализации. Расстояние по горизонтали в свету между вводами водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм. При пересечении водопроводных трубопроводов с канализацией расстояние в свету по вертикали должно быть не менее 0,4 м.

Ввод водопровода в здание следует осуществлять симметрично водопроводным стоякам, с тем чтобы при дальнейшем проектировании магистральных трубопроводов расчетные расходы и потери напора в них были приблизительно одинаковы. Расположение ввода (с торца или фасада) зависит от месторасположения городского водопровода относительно здания.

Для жилых зданий менее 12 этажей рекомендуется принимать тупиковую схему сети с нижней разводкой внутреннего водопровода холодной воды с одним вводом.

Водомерные узлы следует располагать сразу же после ввода трубы внутрь здания на расстоянии не более 1 м от наружной стены (рисунок 5).

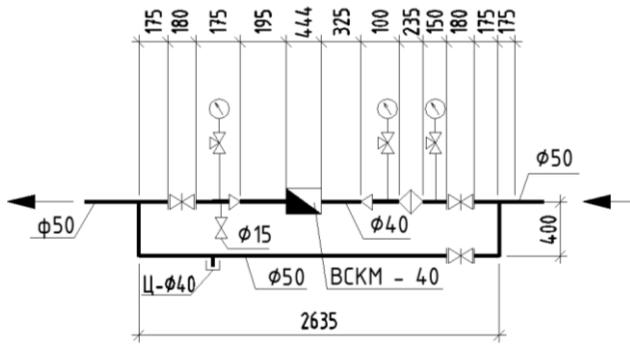


Рисунок 5 – Водомерный узел

При проектировании системы водоснабжения здания с одним вводом предусматривается в водомерном узле обводная линия с запорной арматурой на случай ремонта водомерного счетчика и пропуска противопожарного расхода воды. Водомерный узел располагается в отдельном подвальном помещении с температурой воздуха внутри не ниже +5 °С. Перед водомерным счетчиком и после него устанавливают запорную арматуру, между счетчиком и вторым по ходу воды запорным вентилем устанавливают контрольно-спускной кран (см. рисунок 5).

Глубина заложения ввода рассчитывается исходя из глубины заложения уличной водопроводной сети, длины ввода и его уклона, при этом также необходимо учитывать, что трубопроводы системы водоснабжения должны прокладываться не менее чем на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта в данной местности:

$$\nabla_{\text{вв}} = \nabla_{\text{вгв}} - \frac{d_{\text{гв}}}{2} + il, \quad (1)$$

где $\nabla_{\text{вгв}}$ – отметка верха городского водопровода, м;

$d_{\text{гв}}$ – диаметр городского водопровода, м;

i – уклон ввода;

l – длина ввода, м.

Минимальная глубина заложения определяется до верха трубы ввода:

$$\nabla_{\text{вв min}} = \nabla_{\text{з}} - (h_{\text{пр}} + 0,5), \quad (2)$$

где $\nabla_{\text{з}}$ – отметка поверхности земли у здания, м;

$h_{\text{пр}}$ – глубина промерзания, м.

Пересечение ввода со стенами подвала следует предусматривать в сухих грунтах с зазором 0,15 м между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемыми и газонепроницаемыми эластичными материалами, в мокрых грунтах – с установкой сальников [19].

1.4 Проектирование внутренних сетей водопровода

Магистраль – трубопровод, соединяющий основания стояков с водомерным узлом. Магистраль прокладывается, как правило, на расстоянии 0,5–0,7 м под потолком подвала при нижней разводке. Для предотвращения образования конденсата она теплоизолируется матами из минеральной ваты. Крепление магистральных трубопроводов производится к строительным конструкциям, используя для этого хомуты, подвески и кронштейны, таким образом, чтобы до стены оставалось 50 мм. Магистральные трубопроводы должны прокладываться с уклоном 0,002–0,005 в сторону ввода для возможности спуска воды из них и удаления воздуха.

На магистральных линиях необходимо предусмотреть присоединение ответвлений к поливочным кранам, которые выводятся к наружным стенам здания в ниши на высоте 0,35 м от поверхности земли через каждые 60–70 м по периметру здания. Подводки к кранам должны быть оборудованы запорными вентилями, расположенными в подвале здания, и, по возможности, ближе к магистрали. Для возможности спуска воды на зиму подводка прокладывается с уклоном в сторону поливочного крана, а в пониженной точке подводки дополнительно устанавливается тройник с пробкой или кран для спуска воды [13]. Поливочный кран состоит из вентиля диаметром 25 или 32 мм и насадки для присоединения рукава (рисунок 6).

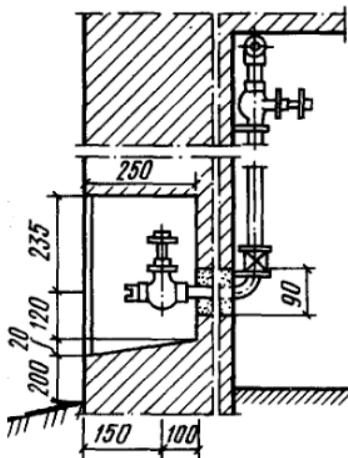


Рисунок 6 – Наружный поливочный кран

Водопроводные стояки (распределительные трубопроводы) представляют собой вертикальные участки внутреннего водопровода, по которым вода поднимается на соответствующий этаж. Стояки прокладываются в местах размещения санитарных приборов открытым или скрытым способом.

Желательно размещать их в местах наибольшего водоразбора и располагать вместе с канализационными стояками, используя для них общие отверстия в перекрытиях и общие каналы в стенах, с учетом требований монтажного проектирования (см. рисунок 5). При скрытом расположении стояков в местах разъема соединений трубопровода (фланцы и сгоны), а также в местах установки вентилей необходимо предусмотреть ниши со смотровыми люками [21].

Ответвление водопровода в квартире при установке водомера выполняется на высоте 1,5–1,6 м от пола. На вводе в квартиру устанавливается запорная арматура, фильтр, водосчетчик (рисунок 7).

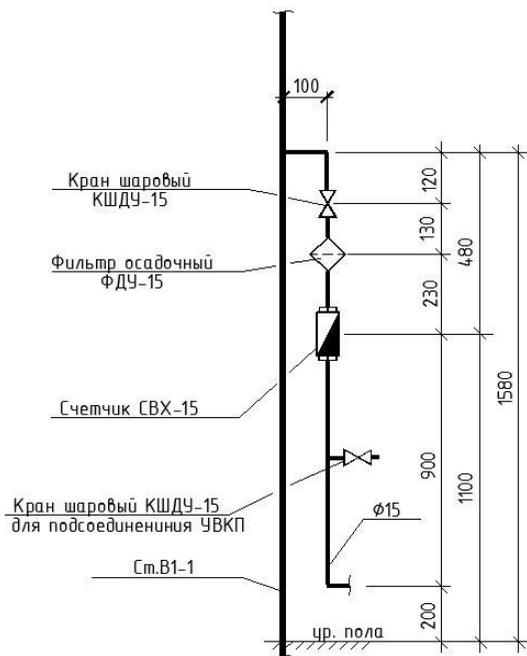


Рисунок 7 – Поквартирная обвязка холодного водоснабжения

Поквартирная разводка холодного водопровода от стояков прокладывается с учетом наименьшей длины труб на высоте 0,15–0,25 м от пола. К водоразборной арматуре вода подается по подводкам, которые могут быть выполнены в виде вертикальных трубопроводов или гибких шлангов.

В жилых зданиях высота установки санитарных приборов (до верха борта) следующая: умывальники – 800 мм, мойки, умывальники при установке общего смесителя – 850 мм, ванны – 600 мм, унитазы – 400 мм (приложение В [5]).

Водоразборную арматуру и краны следует устанавливать на 200 мм выше бортов моек и умывальников. Общие смесители для ванн и умывальни-

ков устанавливаются на высоте 1100 мм, смесители для ванн – 800 мм от пола, смывные краны – 800 мм. Душевые сетки должны устанавливаться на высоте от 2100 до 2250 мм от низа сетки до уровня чистого пола. Для моек и умывальников с настольной арматурой высота установки кранов и смесителей определяется конструкцией прибора. Чтобы загрязненная вода из канализации не попала в водопроводную сеть, водоразборная арматура должна устанавливаться таким образом, чтобы расстояние между низом излива (арматуры) и бортом санитарного прибора было не менее 20 мм [5].

На сети внутреннего водопровода в жилых зданиях (при наличии системы централизованного водоснабжения) следует предусматривать установку **устройств внутриквартирного пожаротушения**. Эти устройства состоят из клапана (вентиля), рукава и распылителя с запорным устройством. Кран следует устанавливать на ответвлении водопровода в квартиру после водосчетчика в любом удобном для его открывания месте: в ванной, санитарном узле, кухне. Длина рукава должна определяться размерами квартиры из условия обеспечения подачи воды в самую отдаленную точку. Диаметр крана и пожарного рукава должен быть не более диаметра ответвления водопровода в квартиру ([7] п. 5.3.10).

Запорная арматура (задвижки и вентиля) устанавливается на трубопроводах внутренней системы водоснабжения в соответствии с ТКП ([2] п. 8.4.4): в местах присоединения ввода к городской водопроводной сети, на вводе в здание, у основания стояков, на ответвлениях в каждую квартиру, на подводках к смывным бачкам, на ответвлениях к поливочным кранам. На трубах диаметром 50 мм и более устанавливаются задвижки. Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное закрытие и открытие потока воды [8].

1.5 Аксонометрическая схема внутреннего водопровода

На аксонометрической схеме водопроводной сети (см. рисунок 3) показывают все трубопроводы, а с помощью условных обозначений ГОСТ [10] или приложения А данного пособия – приборы, запорную, водоразборную и регулирующую арматуру. В тех случаях, когда близко расположенные стояки накладываются на чертеже друг на друга, один из них следует отнести на свободное место, как бы отсекая стояк у пола первого этажа, точку отсечения необходимо соединить пунктирной линией [11]. Если планировка санитарных узлов, питаемых стояком, на всех этажах одинакова, то можно начертить все разводящие трубопроводы по санитарным узлам только на верхнем (последнем) этаже каждого стояка, а на остальных этажах показать лишь места и направление вводов в квартиры. Аксонометрическая схема должна включать все элементы от расчетного прибора до ввода в здание. На

схеме указывают водоразборную, запорную и предохранительную арматуру; обозначают отметки пола подвала, первого и всех последующих этажей, отметки ввода водопровода в здание и в каждую квартиру, отметки водомера и диктующего водоразборного устройства (наиболее удаленного от ввода), поливочных кранов.

1.6 Гидравлический расчет системы внутреннего водопровода

Сети внутреннего водопровода рассчитываются на пропуск максимального секундного расхода. Цель гидравлического расчета внутреннего 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 следующем порядке:

- на аксонометрической схеме намечают диктующую (наиболее отдаленную и высокорасположенную с наибольшим необходимым свободным напором) точку водоразбора и расчетное направление движения воды от ввода до расчетной точки;

- расчетное направление разбивают на расчетные участки (**за расчетный участок принимается участок сети с постоянным расходом**), начало и конец участка обозначается цифрами, разбивка на расчетные участки осуществляется против хода движения воды, начиная от диктующей точки;

- определяют расчетные расходы воды на каждом участке;

- по расчетному расходу подбирают диаметр трубопровода [9], учитывая рекомендуемые скорости в трубопроводах 0,7–0,9 м/с для труб диаметром меньше или равно 40 мм; 0,9–1,2 м/с для труб диаметром более 40 мм;

- определяют потери напора на всех участках;

- определяют суммарные потери напора от ввода в здание до диктующей точки и вычисляют требуемый напор;

- сравнивают требуемый напор с гарантированным, имеющимся в наружной городской сети, и определяют необходимость установки повысительных насосов.

Для определения расчетных расходов необходимо выбрать нормы водопотребления, которые приводятся в зависимости от назначения здания и степени его благоустройства в ТКП [2] и принимаются по таблице 1.

Секундный расход воды водоразборным устройством, отнесенным к одному санитарно-техническому прибору, q_0 , л/с, следует принимать:

– отдельным санитарно-техническим прибором или устройством ([2] таблица А.1);

– различными санитарно-техническими приборами или устройствами, обслуживающими однотипных водопотребителей на участке тупиковой сети трубопроводов, – в соответствии с ТКП ([2] таблица Б.1).

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке определяется по формуле

$$q^c = 5q_0^c \alpha, \quad (3)$$

где q^c – расчетный расход холодной воды, л/с (таблица 1);

q_0^c – секундный расход холодной воды санитарно-техническим прибором, л/с, принимаемый в соответствии с таблицей 2 ([2] таблицы А.1 или Б.1);

α – коэффициент, определяемый в зависимости от общего количества санитарно-технических приборов N на расчетном участке сети трубопроводов при вероятности их действия P , принимаемый по таблице 3 ([2] приложение В).

Таблица 1 – Расчетные параметры санитарных приборов

Санитарно-технический прибор или устройство	Секундный расход воды, л/с			Свободное давление, H_f , МПа	Минимальный диаметр условного прохода подводки, мм
	общий, q_0^{tot}	холодной, q_0^c	горячей, q_0^h		
Умывальник, рукомойник со смесителем	0,12	0,09	0,09	0,02	10
Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	0,02	10
Ванна со смесителем (в том числе общим для ванны и умывальника)	0,25	0,18	0,18	0,03	10
Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	0,03	15
Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	0,03	10
Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	0,03	10
Душ в групповой установке со смесителем	0,20	0,14	0,14	0,03	20
Гигиенический душ (биде) со смесителем и азратором	0,08	0,05	0,05	0,05	15
Унитаз со смывным бачком	0,10	0,10	–	0,02	8
Унитаз со смывным краном	1,40	1,40	–	0,04	–

Таблица 2 – Нормы расхода воды потребителями

На 1 жителя

Водопотребители	Норма расхода воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
	в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления			
	общая (в том числе горячей) q_u^{tot}	горячей q_u^h	общая (в том числе горячей) $q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$	общий (холодной и горячей) $q_0^{tot} (q_{0,hr}^{tot})$	холодной или горячей q_0^c, q_0^h $(q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$
Жилые дома квартирного типа: – с водопроводом и канализацией без ванн и душей	120	–	6,5	–	0,2 (50)	0,2 (50)
– то же, с газоснабжением	150	–	7,0	–	0,2 (50)	0,2 (50)
– с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	180	–	8,1	–	0,3 (300)	0,3 (300)
– с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями	225	–	10,5	–	0,3 (300)	0,3 (300)
– то же, с проточными газовыми нагревателями и многоточечным водоразбором	250	–	13,0	–	0,3 (300)	0,3 (300)
– с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами	230	100	12,5	7,9	0,2 (100)	0,14 (60)
– с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и сидячими ваннами, оборудованными душами	275	110	14,3	9,2	0,3 (300)	0,2 (200)
– то же, с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	300	120	15,6	10,0	0,3 (300)	0,2 (200)
– с централизованным горячим водоснабжением и повышенными требованиями к их благоустройству	400	130	20,0	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)

Вероятность действия приборов P^c для всего здания следует определять по формуле

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c U}{3600 q_0^c N}, \quad (4)$$

где $q_{hr,u}^c$ – наибольший часовой расход холодной воды санитарно-техническим прибором, л/ч,

$$q_{hr,u}^c = q_{hr,u}^{tot} - q_{hr,u}^h;$$

$q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по таблице 2 ([2] приложение А);

$q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по таблице 2 ([2] приложение А);

U – общее число потребителей в здании,

$$U = \frac{F_1 n}{f},$$

F_1 – жилая площадь типового этажа, м²;

n – количество этажей;

f – норма жилой площади на одного человека, $f = 15$ м² [17];

N – общее число приборов, обслуживающих потребителей.

Так как величины, входящие в формулу (4) вероятности, для конкретного здания являются постоянными, то и значение P^c будет постоянным на всех участках, где имеется секундный расход q_0^c , кроме последнего участка от ЦТП до уличной водопроводной сети.

В зависимости от величины произведения NP определяется коэффициент α по таблице 3 ([2] приложение В).

Определение расходов на расчетных участках и последующий гидравлический расчет сети производится в табличной форме (таблица 4).

Для принятого диаметра на расчетных участках определяются потери напора по длине

$$h_l = il(1 + k_l), \quad (5)$$

где i – потери напора на единицу длины трубопровода, м/м;

l – длина расчетного участка, м;

k_l – коэффициент, учитывающий местные сопротивления (для сетей хозяйственно-питьевых водопроводов жилых зданий $k_l = 0,3$).

Для определения потерь напора по расчетному направлению необходимо суммировать все потери напора на отдельных участках, т. е. $h_l^{tot} = \Sigma h_l$.

Таблица 3 – Значения α при $P \leq 0,1$ и любом числе N

NP или NP_{hr}	α или α_{hr}								
Менее 0,015	0,200	0,050	0,273	0,32	0,550	0,86	0,894	2,90	1,802
0,015	0,202	0,052	0,276	0,33	0,558	0,88	0,905	3,00	1,840
0,016	0,205	0,054	0,280	0,34	0,565	0,90	0,916	3,10	1,879
0,017	0,207	0,056	0,283	0,35	0,573	0,92	0,927	3,20	1,917
0,018	0,210	0,058	0,286	0,36	0,580	0,94	0,937	3,30	1,954
0,019	0,212	0,060	0,289	0,37	0,588	0,96	0,948	3,40	1,991
0,020	0,215	0,110	0,355	0,38	0,595	0,98	0,959	3,50	2,029
0,021	0,217	0,115	0,361	0,39	0,602	1,00	0,969	3,60	2,065
0,022	0,219	0,120	0,367	0,40	0,610	1,05	0,995	3,70	2,102
0,023	0,222	0,125	0,373	0,41	0,617	1,10	1,021	3,80	2,138
0,024	0,224	0,130	0,378	0,42	0,624	1,15	1,046	3,90	2,174
0,025	0,226	0,135	0,384	0,43	0,631	1,20	1,071	4,00	2,210
0,026	0,228	0,140	0,389	0,44	0,638	1,25	1,096	4,10	2,246
0,027	0,230	0,145	0,394	0,45	0,645	1,30	1,12	4,20	2,281
0,028	0,233	0,150	0,399	0,46	0,652	1,35	1,144	4,30	2,317
0,029	0,235	0,155	0,405	0,47	0,658	1,40	1,168	4,40	2,352
0,030	0,237	0,160	0,410	0,48	0,665	1,45	1,191	4,50	2,386
0,031	0,239	0,165	0,415	0,49	0,672	1,50	1,215	4,60	2,421
0,032	0,241	0,170	0,420	0,50	0,678	1,55	1,238	4,70	2,456
0,033	0,243	0,175	0,425	0,52	0,692	1,60	1,261	4,80	2,490
0,034	0,245	0,180	0,430	0,54	0,704	1,65	1,283	4,90	2,524
0,035	0,247	0,185	0,435	0,56	0,717	1,70	1,306	5,00	2,558
0,036	0,249	0,190	0,439	0,58	0,73	1,75	1,328	5,10	2,592
0,037	0,250	0,195	0,444	0,60	0,742	1,80	1,350	5,20	2,626
0,038	0,252	0,200	0,449	0,62	0,755	1,85	1,372	5,30	2,660
0,039	0,254	0,210	0,458	0,64	0,767	1,90	1,394	5,40	2,693
0,040	0,256	0,220	0,467	0,66	0,779	1,95	1,416	5,50	2,726
0,041	0,258	0,23	0,476	0,68	0,791	2,00	1,437	5,60	2,760
0,042	0,259	0,24	0,485	0,70	0,803	2,10	1,479	5,70	2,793
0,043	0,261	0,25	0,493	0,72	0,815	2,20	1,521	5,80	2,826
0,044	0,263	0,26	0,502	0,74	0,826	2,30	1,563	5,90	2,858
0,045	0,265	0,27	0,510	0,76	0,838	2,40	1,604	6,00	2,891
0,046	0,266	0,28	0,518	0,78	0,849	2,50	1,644	6,10	2,924
0,047	0,268	0,29	0,526	0,80	0,86	2,60	1,684	6,20	2,956
0,048	0,270	0,30	0,534	0,82	0,872	2,70	1,724	6,30	2,989
0,049	0,271	0,31	0,542	0,84	0,883	2,80	1,763	6,40	3,021

Окончание таблицы 3

NP или NP_{hr}	α или α_{hr}								
6,50	3,053	9,00	3,828	13,00	4,990	18,00	6,362	27,5	8,828
6,60	3,085	9,10	3,858	13,20	5,047	18,20	6,415	28,0	8,955
6,70	3,117	9,20	3,888	13,40	5,103	18,40	6,469	28,5	9,081
6,80	3,149	9,30	3,918	13,60	5,159	18,60	6,522	29,0	9,207
6,90	3,181	9,40	3,948	13,80	5,215	18,80	6,575	29,5	9,332
7,00	3,212	9,50	3,978	14,00	5,270	19,00	6,629	30,0	9,457
7,10	3,244	9,60	4,008	14,20	5,326	19,20	6,682	30,5	9,583
7,20	3,275	9,70	4,037	14,40	5,382	19,40	6,734	31,0	9,707
7,30	3,307	9,80	4,067	14,60	5,437	19,60	6,788	31,5	9,832
7,40	3,338	9,90	4,097	14,80	5,492	19,80	6,840	32,0	9,957
7,50	3,369	10,00	4,126	15,00	5,547	20,00	6,893	32,5	10,080
7,60	3,400	10,20	4,185	15,20	5,602	20,5	7,025	33,0	10,200
7,70	3,431	10,40	4,244	15,40	5,657	21,0	7,156	33,5	10,330
7,80	3,462	10,60	4,302	15,60	5,712	21,5	7,287	34,0	10,450
7,90	3,493	10,80	4,361	15,80	5,767	22,0	7,417	34,5	10,580
8,00	3,524	11,00	4,419	16,00	5,821	22,5	7,547	35,0	10,700
8,10	3,555	11,20	4,477	16,20	5,876	23,0	7,677	35,5	10,820
8,20	3,585	11,40	4,534	16,40	5,930	23,5	7,806	36,0	10,940
8,30	3,616	11,60	4,592	16,60	5,984	24,0	7,935	36,5	11,070
8,40	3,646	11,80	4,649	16,80	6,039	24,5	8,064	37,0	11,190
8,50	3,677	12,00	4,707	17,00	6,093	25,0	8,192	37,5	11,310
8,60	3,707	12,20	4,764	17,20	6,147	25,5	8,320	38,0	11,430
8,70	3,738	12,40	4,820	17,40	6,201	26,0	8,447	38,5	11,560
8,80	3,768	12,60	4,877	17,60	6,254	26,5	8,575	39,0	11,680
8,90	3,798	12,80	4,934	17,80	6,308	27,0	8,701		

Таблица 4 – Таблица гидравлического расчета внутреннего водопровода

Номер расчетного участка	Общее число приборов, N	Вероятность действия приборов P^c	Значения NP	α	Расчетный расход q^c , л/с	Диаметр d , мм	Скорость v , м/с	Длина расчетного участка l , м	Удельные потери напора i , м/м	Потери напора на участке $h_l = il$, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1.7 Подбор счетчика воды

Для учета водопотребления в здании следует предусматривать счетчики воды. Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за период водопотребления (сутки), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по таблице 5.

Среднечасовой расход воды за сутки q_t^c , м³/ч,

$$q_t^c = \frac{q_u^c U}{1000 \cdot 24}, \quad (6)$$

где q_u^c – норма расхода холодной воды, л, потребителем в сутки наибольшего водопотребления, принимается по ТКП ([2] приложение Б), определяется как разность общей нормы водопотребления и нормы расхода горячей воды, $q_u^c = q_u^{tot} - q_u^h$.

Счетчик с принятым диаметром условного прохода следует проверять на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при этом потери напора в счетчике не должны превышать: в крыльчатых счетчиках – 2,5 м, в турбинных – 1 м.

Потери напора в счетчике определяют по формуле

$$h = S(q^c)^2, \quad (7)$$

где h – потери напора, м;

q^c – расчетный расход, л/с, (расход на вводе);

S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)², принимаемое по таблице 5.

Таблица 5 – Параметры счетчиков воды [13]

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	Расход воды, м ³ /ч			Порог чувствительности, м ³ /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравлическое сопротивление счетчика S, м/(л/с) ²
минимальный	эксплуатационный	максимальный				
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,50
20	0,05	2,0	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,10	4,0	10	0,050	140	1,30
40	0,16	6,4	16	0,080	230	0,50
50	0,30	12,0	30	0,150	450	0,143
65	1,50	17,0	70	0,600	610	810 · 10 ⁻⁵
80	2,00	36,0	110	0,700	1300	264 · 10 ⁻⁵

1.8 Определение требуемого напора

После гидравлического расчета сети внутреннего водопровода определяются величина напора $H_{тр}$, требуемого для подачи нормативного расхода воды к диктующему водоразборному устройству при максимальном водопотреблении с учетом потерь напора на преодоление сопротивлений по пути движения воды

$$H_{тр} = H_{г} + h_{вв} + h_{св} + 1,3 \sum h_l + H_f, \quad (8)$$

где $H_{г}$ – геометрическая высота подачи воды, м, от оси трубопровода наружной водопроводной сети до оси наиболее высоко расположенного водоразборного устройства, м;

$h_{вв}$ – потери напора на вводе в здание, м;

$h_{св}$ – потери напора в счетчике воды, м;

1,3 – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, который для сетей хозяйственно-питьевого водопровода жилых зданий принимается в размере 30 % от потерь по длине;

$\sum h_l$ – сумма потерь напора по длине расчетного направления, м;

H_f – свободный напор, м, у диктующего санитарно-технического прибора, принимаемый по таблице 2 ([2] приложение А).

Полученный требуемый напор сравнивается с величиной заданного гарантийного напора $H_{гар}$ наружной водопроводной сети и делается вывод о необходимости применения повысительной насосной установки.

Если $H_{тр} > H_{гар}$ менее чем 2,0 метра, необходимо проверить возможность увеличения диаметров высоконагруженных участков сети, чтобы сократить потери в сети и тем самым снизить требуемый напор.

При $H_{тр} > H_{гар}$ более чем на 2,0 м необходимо устройство повысительной насосной установки [21].

При подборе насосов необходимо определить его производительность, напор и мощность двигателя. Производительность насосной установки должна соответствовать максимальному расчетному расходу воды, выраженному в м³/ч.

Напор, который должен создавать насос H_p , должен быть равен разности между вычисленным требуемым напором $H_{тр}$ и гарантийным напором $H_{гар}$, м:

$$H_p = H_{тр} - H_{гар}. \quad (9)$$

На основании вычисленных величин производительности и напора производят подбор насоса (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристики насосов

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Двигатель		Габариты, мм	Масса, кг
			мощность, кВт	оборот		
K8/18	8,0	18	2,2	2900	764x257x323	60
KM50-32-125	12,5	20	2,2	2900	500x200x250	47
K50-32-125	12,5	20	2,2	2900	765x465x360	85
K50-32-125a	11,5	17	1,5	2900	765x465x360	80
K65-50-125	25	20	3,0	2900	730x368x325	100
K20/30	20	30	4,0	2900	827x299x332	78
K65-50-160	25	32	5,5	2900	925x408x338	110
KM65-50-160	25	32	5,5	2900	578x320x330	78
K45/30	45	30	7,5	2900	1030x332x413	126
K80-65-160	50	32	7,5	2900	925x427x395	145
KM80-65-160	50	32	7,5	2900	683x320x380	82
K80-50-200	50	50	15,0	2900	1120x458x455	250
KM80-50-200	50	50	15,0	2900	730x384x485	194
KM80-50-200a	45	40	15,0	2900	825x358x360	195
K90/20	90	20	7,5	2900	1030x332x413	135
K90/20a	70	18,2	5,5	2900	973x333x380	135
K100-80-160	100	32	15,0	2900	1235x458x455	275
K100-80-160a	90	26	11,0	2900	1106x458x425	210
KM100-80-160	100	32	15,0	2900	790x350x420	182
K100-65-200	100	50	22,0	2900	1290x498x510	350
K100-65-200a	90	40	18,5	2900	1290x498x475	275
KM100-65-200	100	50	30,0	2900	865x400x440	226
K100-65-250	100	80	45,0	2900	1390x568x605	485
K100-65-250a	90	67	37,0	2900	1390x568x605	435
K150-125-250	200	20	18,5	1450	1325x475x455	410
K150-125-250a	180	16	15,0	1450	1305x475x455	355
KM150-125-250	200	20	18,5	1450	870x370x705	265
K160/30	160	30	30,0	1450	1515x515x555	420
K150-125-315	200	32	30,0	1450	1375x540x610	422
K150-125-315a	180	26	22,0	1450	1325x540x610	430
K200-150-250	315	20	30,0	1450	1355x540x610	422
K200-150-250a	290	17	22,0	1450	1325x540x610	440
K290/30	290	30	37,0	1450	1645x575x630	550
K290/30a	250	24	30,0	1450	1555x515x585	460
K200-150-315	315	32	45,0	1450	1665x600x720	530
K200-150-315a	290	26	37,0	1500	1625x600x720	615

2 ВНУТРЕННЯЯ КАНАЛИЗАЦИЯ

Внутренняя канализация – система трубопроводов и устройств на них во всем здании до первого смотрового колодца дворовой канализации, обеспечивающая прием, при необходимости – локальную очистку, и транспортирование загрязненных стоков внутри и за пределы зданий или группы зданий в дворовую сеть канализации. Дворовая канализационная сеть транспортирует сточные воды в сеть канализации города или населенного пункта.

2.1 Конструирование системы канализации

Конструирование системы внутренней канализации заключается в выборе типа труб, мест установки приемников сточных вод и прокладки трубопроводов.

Его осуществляют в следующем порядке:

- на планах этажей располагают приемники сточных вод и отводные трубопроводы (рисунок 8);
- показывают стояки на планах этажей и подвала, которые нумеруются Ст.К1-1, Ст.К1-2 и т.д.;
- на план подвала наносятся сборные трубопроводы и выпуски из здания (рисунок 9);
- вычерчивается аксонометрическая схема канализационных стояков и выпуска из здания (рисунок 10);
- выбирается тип труб.

2.2 Выбор системы и схемы канализации

В жилом здании проектируется бытовая система внутренней канализации для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн, душевых кабин и моек) [4].

Система внутренней канализации включает в себя приемники сточных вод, гидравлические затворы и внутреннюю канализационную сеть, монти-

руемую из раструбных труб с использованием фасонных соединительных частей.

Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно (в плане), стремясь сделать их более короткими, устанавливая прочистки на концах и на поворотах. Изменять направление прокладки канализационного трубопровода и присоединять сантехнические приборы следует также с помощью фасонных частей [15; 16]. Двухстороннее присоединение отводных труб к одному стояку на одной отметке допускается только с применением косых крестовин (см. рисунок 8). Присоединение санитарных приборов, расположенных в разных квартирах на одном этаже, к одному отводному трубопроводу не допускается. Прокладку трубопроводов внутренней канализации предусматривают открыто (над полом этажа или вдоль стен с креплением к строительным конструкциям здания) или скрыто (с заделкой в строительные конструкции).

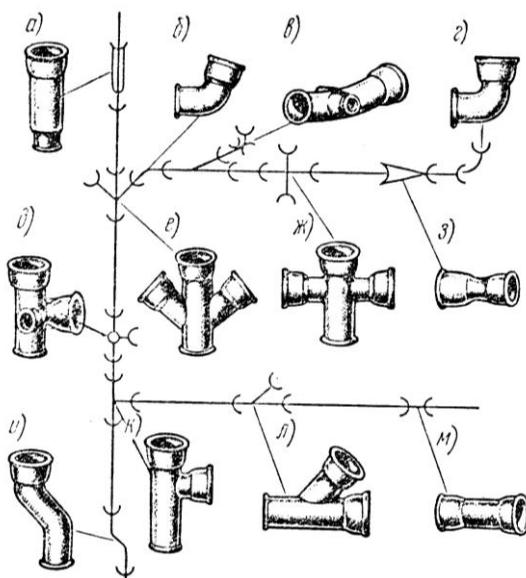


Рисунок 8 – Соединительные фасонные части раструбных канализационных труб:

- a* – простой канализационный патрубок; *б* – отводы под углом 110, 120 и 135°;
- в* – отвод-крест; *г* – колено; *д* – двухплоскостная крестовина; *е* – крестовины косые (под углом 45, 60°); *ж* – крестовина прямая (под углом 90°); *з* – патрубок переходной;
- и* – отступ со смещением 75 мм для обхода строительных конструкций; *к* – тройник прямой; *л* – тройник косой; *м* – муфты

Для устройства сетей внутренней канализации применяют чугунные, полиэтиленовые (ПНД и ПВД), полипропиленовые (ПП), винилпластовые, поливинилхлоридные (ПВХ) безнапорные трубы [6].

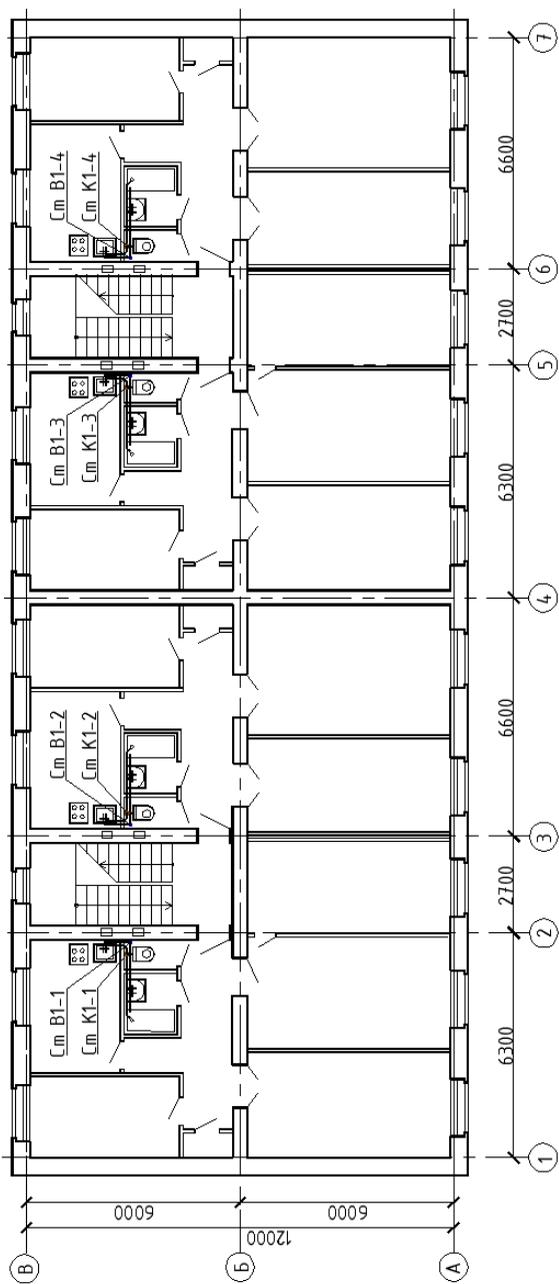


Рисунок 9 – План типового этажа

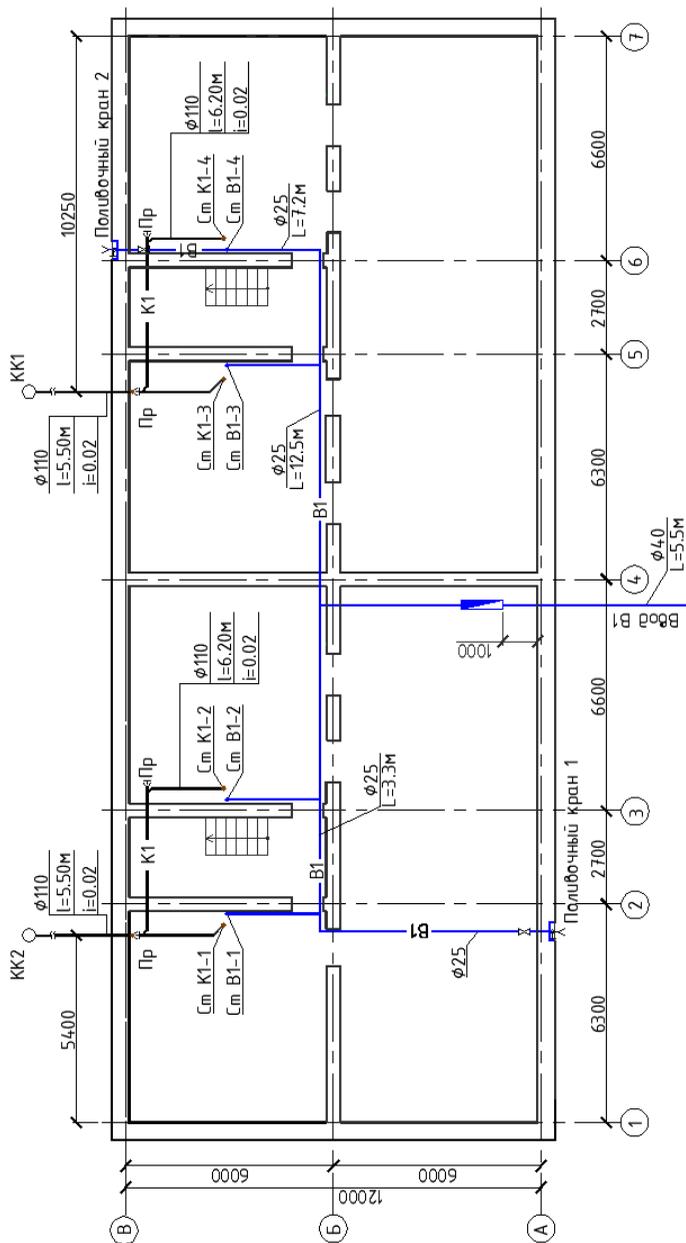


Рисунок 10 – План подвала с внутренними сетями водопровода и канализации

2.3 Проектирование канализации

Приемники сточных вод – санитарные приборы, предназначенные не только для приема загрязнений, но и для выполнения гигиенических и санитарных процедур, необходимых в процессе жизнедеятельности людей. Приемники сточных вод в жилом здании – умывальники, ванны, душевые поддоны, унитазы и мойки, оборудованные гидравлическими затворами (сифонами).

Внутренняя канализационная сеть жилого здания состоит из отводных трубопроводов от санитарных приборов; стояков, сборных трубопроводов и выпусков, вытяжных труб, устройств для прочистки [11].

Движение сточных вод в отводных линиях самотечное. Отводные трубопроводы от небольшого количества приборов при малых расходах сточных вод обычно относятся к категории безрасчетных и их диаметры назначаются в зависимости от диаметра наибольшего выпуска присоединенных санитарных приборов. Диаметр выпуска унитаза принимается 100 мм, у всех остальных приборов – 50 мм. Уклон отводных труб назначают в зависимости от диаметра трубопровода: при $d = 50$ мм, $i = 0,025$; при $d = 100$ мм, $i = 0,02$; при $d = 150$ мм, $i = 0,01$.

Канализационные стояки (вертикальные трубопроводы), транспортирующие сточные воды от отводных линий в нижнюю часть здания, размещают в санузлах вблизи от приемников сточных вод открыто у стены и перегородки или скрыто – в монтажных шахтах на одной оси с унитазом (см. рисунок 9). Все стояки должны иметь вытяжную часть, возвышающуюся над неэксплуатируемой плоской кровлей на 0,3 м [1]. Диаметр трубы вытяжки принимается соответствующим диаметру стояка. Диаметр канализационного стояка принимается в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. На стояках устанавливают ревизии на верхнем и первом этажах при отсутствии на них отступов, а при наличии отступов – в подвале, причем не реже чем через три этажа в жилом здании высотой пять этажей и более [4]. Ревизии должны располагаться на высоте 1 м от пола до центра ревизии, но не менее чем на 0,15 м выше борта санитарных приборов. Переход канализационного стояка в выпуск должен быть плавным и устраиваться с помощью отвода.

Канализационные выпуски служат для сбора сточных вод от стояков и отвода их за пределы здания в дворовую канализацию. Выпуск заканчивается смотровым колодцем дворовой канализационной сети (см. рисунок 10). Длина выпуска от стояка или прочистки перед наружной стеной здания до оси смотрового колодца дворовой канализации должна быть не менее 3 и не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм; 12 м – при диаметре 100 мм и 15 м – при диаметре 150 мм [3]. Выпуски присоединяют к дворовой канализационной сети под углом не менее 90° (считая по движению сточных вод).

Несколько стояков внутри здания можно объединять отводными трубопроводами и присоединять к одному выпуску. Диаметр выпуска следует определять расчетом, и он должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединяемых к данному выпуску. Не рекомендуется направлять выпуски в сторону главного фасада здания.

Глубина прокладки выпуска определяется в зависимости от промерзания грунта и должна быть на 0,3 м выше, но не менее 0,7 м до верха трубы [19]. При этом, отметка низа трубы выпуска у стены здания, м, определяется по формуле

$$H_{\text{вып. min}} = h_{\text{пром}} - 0,3 + d_{\text{тр}}, \quad (10)$$

где $h_{\text{пром}}$ – глубина промерзания грунта, м (зависит от региона);
 $d_{\text{тр}}$ – диаметр трубы, м.

2.4 Аксонометрическая схема внутренней канализации

В жилых и общественных зданиях устраивается хозяйственно-бытовая система канализации (рисунок 11). Конструкции и типы санитарных приборов принимают согласно рекомендациям [13]. В жилых зданиях устанавливаются: унитазы, мойки, ванны, душевые кабины, умывальники, биде, а также предусматривают подключение стиральных машин.

Для устройства внутренней канализации жилых и общественных зданий применяются чугунные канализационные раструбные трубы по ГОСТ 6942-98, диаметром 50, 100, 150 мм, длиной от 500 до 2200 мм, пластмассовые трубы по ГОСТ [15, 16].

Соединение чугунных и пластмассовых труб производится с помощью фасонных частей соответственно чугунных и пластмассовых. Фасонные части выпускаются следующих типов: отводы 110, 120, 135°, тройники косые и прямые, крестовины косые и прямые, переходы, муфты, отступы, ревизии, прочистки, гидравлические затворы (см. рисунок 11).

На сетях внутренней хозяйственно-бытовой канализации для прочистки трубопроводов должны устанавливаться ревизии и прочистки [1]:

- на стояках при отсутствии на них отступов устанавливаются ревизии в нижнем и в верхнем этажах, а при наличии отступов также и в подвале, причем ревизии должны располагаться на высоте 1 м от пола до центра ревизии, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединяемого прибора;

- в жилых зданиях высотой более пяти этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже, чем через три этажа;

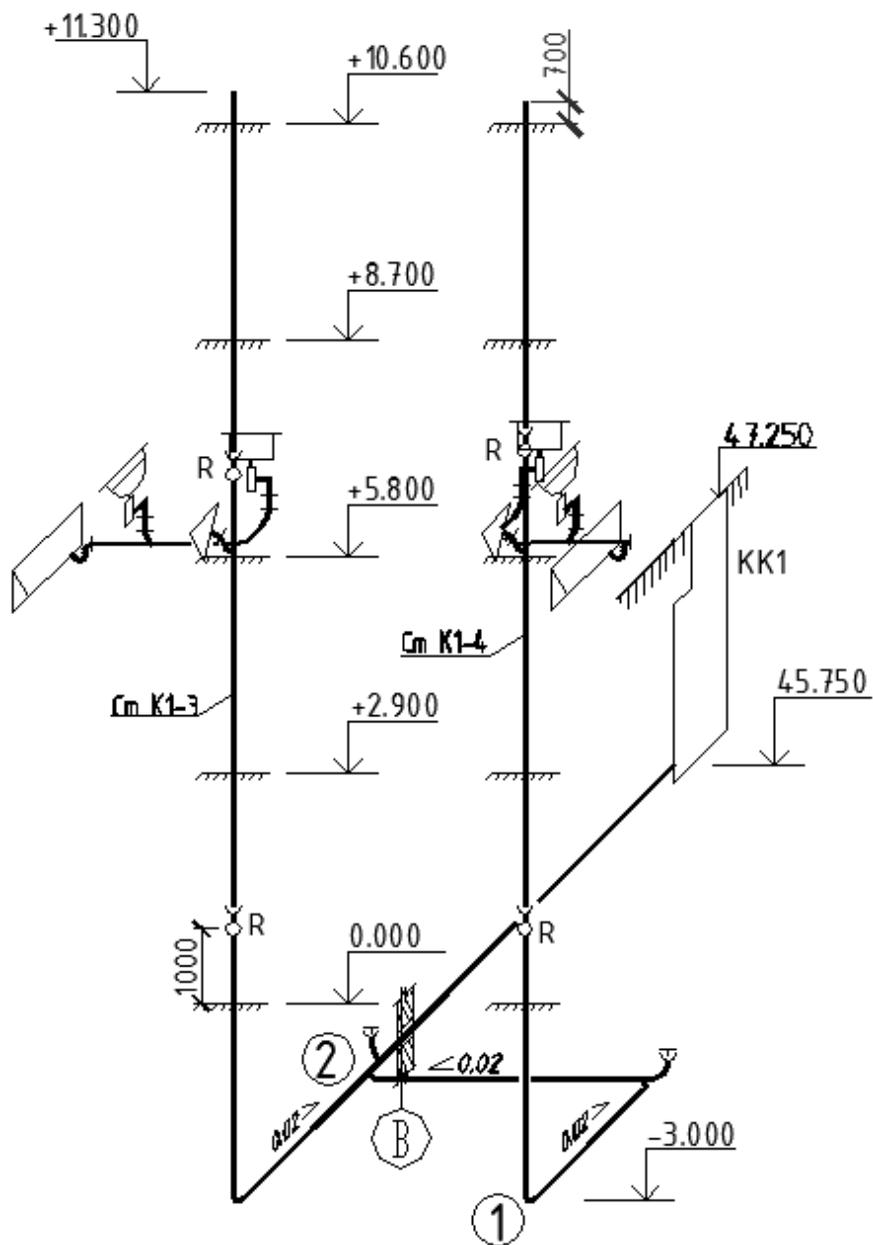


Рисунок 11 – Аксонометрическая схема канализации

– в начале участков (по движению стоков) отводных труб при числе присоединяемых приборов три и более, под которыми нет ревизии, следует предусматривать прочистки;

– на поворотах горизонтальных участков сети при углах поворота более 30° должны проектироваться ревизии или прочистки;

– перед выпусками из здания проектируется прочистка.

На участках сети наибольшее допускаемое расстояние между ревизиями или прочистками зависит от диаметра трубопровода:

$d = 50$ мм – расстояние между ревизиями 12 м, прочистки – через 8 м;

$d = 100...150$ мм – расстояние между ревизиями 15 м, прочистки – через 10 м.

Движение сточных вод в отводных линиях самотечно. В зданиях рекомендуется применять санитарные приборы, позволяющие осуществлять прокладку отводных труб над полом (унитазы с косым выпуском).

Отводные канализационные трубы не допускается прокладывать под потолком жилых помещений, кухонь, больничных палат, кабинетов врачей, спальных комнат и т. д.

В начале отводных линий и на поворотах с углом более 30° устанавливаются прочистки для устранения засоров. Стояки принимают сточные воды от отводных линий со всех этажей. Они прокладываются открыто или в бороздах в местах расположения приемников сточной жидкости. Диаметр стояка в жилых домах по всей высоте должен быть не меньше наибольшего диаметра отводной трубы, присоединяемой к стояку.

Верхняя часть канализационного стояка переходит в вытяжную трубу, которая выводится выше выступающей части плоской кровли на 0,3 м и на 0,5 м – от скатной кровли; 0,1 м – от обреза сборной вентиляционной шахты. Вытяжные трубы выполняются диаметром, равным диаметру стояка.

Канализационные выпуски отводят сточную жидкость от стояков за пределы здания в смотровой колодец дворовой или внутриквартальной сети.

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра стояка, а угол присоединения к дворовой канализационной сети не менее 90° (считая по движению сточных вод). Выпуски располагаются по возможности с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам. В жилых зданиях проектируют, как правило, один выпуск на секцию, который выводят во двор [19]. В пределах здания выпуск прокладывается под полом подвала.

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети должны предусматриваться смотровые колодцы, внутренние диаметры которых следует принимать: для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м – 700 мм; для труб диаметром более 200 мм при глубине их заложения более 2 м – 1000 мм [22].

2.5 Определение расчетных расходов сточных вод

Трубопроводы внутренней канализации рассчитываются на пропуск максимального секундного расхода сточных вод q^s , л/с, который следует определять:

а) при общем максимальном секундном расходе $q^{tot} \leq 8$ л/с

$$q^s = q^{tot} + q_o^s; \quad (11)$$

б) в других случаях

$$q^s = q^{tot}, \quad (12)$$

где q^{tot} – общий максимальный расчетный расход воды, л/с;

q_o^s – наибольший секунднй расход стоков от прибора, л/с, принимаемый по ТКП ([4] приложение В).

Общий максимальный расчетный расход воды q^{tot} , л/с,

$$q^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha, \quad (13)$$

где q_0^{tot} – наибольший общий секунднй расход воды одним прибором, л/с, принимаемый по таблице 2 ([2] приложение А или Б);

α – коэффициент, определяемый в зависимости от числа приборов и вероятности их действия P^{tot} , принимаемый по таблице 3 ([2] приложение В).

Вероятность действия приборов

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} U}{3600 q_0^{tot} N}, \quad (14)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – наибольший общий часовой расход воды санитарно-техническим прибором, л/ч, принимаемый по ТКП ([2] приложение Б);

U – общее число потребителей в здании;

N – общее число приборов, обслуживающих потребителей.

2.6 Гидравлический расчет внутренних канализационных сетей

Цель гидравлического расчета – определение диаметров труб и уклонов для отвода стоков из мест их образования.

В таблице 7 приведены диаметры отводных труб и рекомендуемые уклоны.

Таблица 7 – Диаметры и уклоны отводных труб

Тип прибора	Диаметр отводной линии, мм	Уклон
Раковина	40–50	0,03
Унитаз	100	0,02
Умывальник, ванна	40–50	0,03
Мойка	50	0,03

Диаметр канализационного стояка определяют с учетом пропуска расчетного расхода сточной жидкости, а также с учетом недопущения срывов гидравлических затворов в санитарных приборах, присоединенных к данному стояку.

Допустимые расходы сточной жидкости для различных диаметров канализационных стояков с учетом диаметра поэтажных отводных линий и углов их присоединения к стояку приведены в ТКП ([4] таблица А.1).

Диаметр участка сборного вентиляционного трубопровода, объединяющего вверху канализационные стояки, принимают не менее 100 мм при числе установленных санитарных приборов не более 120; 150 мм – при числе приборов не более 1200; 200 мм – при числе более 1200.

Допускается предусматривать невентилируемые канализационные стояки в одноэтажных жилых зданиях и во всех остальных случаях, если имеется не менее одного вентиляционного стояка и расход сточной жидкости в стояках не превышает значений, указанных в ТКП ([4] таблица А.2), – в зависимости от диаметра и рабочей высоты стояка.

Расчет канализационных трубопроводов следует производить по таблицам [18] из условия, что скорость движения сточной жидкости в них v , м/с, должна быть не менее 0,7, а наполнение H/d – не менее 0,3 [1]. При этом необходимо выполнение условия [1]

$$v\sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (15)$$

где $K = 0,5$ – для трубопроводов из пластмассовых материалов;

$K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

В тех случаях, когда выполнить условие не представляется возможным из-за недостаточного расхода бытовых сточных вод, безрасчетные участки трубопроводов диаметром условного прохода 50 мм следует прокладывать с уклоном 0,03, диаметром условного прохода 100 мм – с уклоном 0,02.

Наибольший уклон трубопроводов не должен превышать 0,15 (за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м).

2.7 Проектирование дворовой и внутриквартальной канализационной сети

Дворовая и внутриквартальная канализационные сети служат для приема сточной жидкости от зданий и отведения в уличную сеть.

Дворовая сеть канализации выполняется только на генплане участка с указанием пронумерованных колодцев, расстояния между ними, диаметров и уклонов труб (рисунок 12). Она прокладывается параллельно наружным стенам здания, по кратчайшему расстоянию к уличному коллектору, с наименьшей глубиной заложения труб. Расстояние от трассы дворовой сети до фундаментов зданий определяется длиной выпусков, не менее 3–5 м [12].

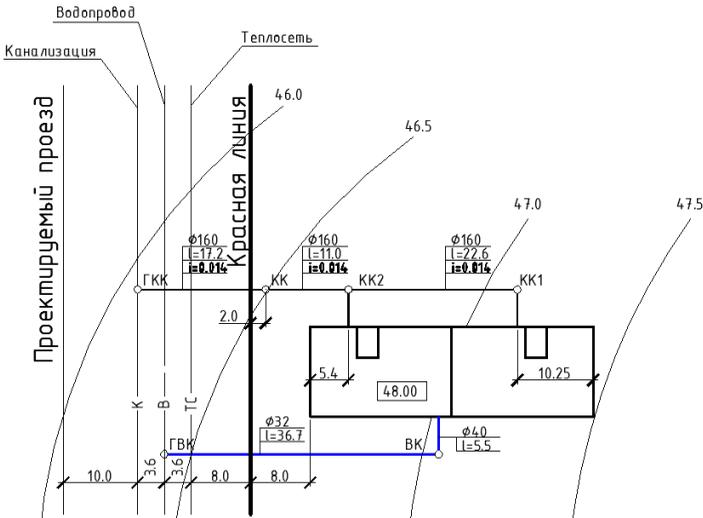


Рисунок 12 – Генплан с сетями водоснабжения и канализации

Глубина заложения дворовой сети определяется отметкой наиболее заглубленного диктующего выпуска из здания. Начальная глубина сети определяется глубиной заложения выпуска в начале сети, которая принимается на 0,3 м выше глубины промерзания грунта, но не менее 0,7 м от отметки планировки до верха трубы (шелыги). Наименьшая глубина заложения первого дворового колодца во избежание промерзания допускается равной 1,25–1,5 м. Диаметр труб дворовой и внутриквартальной сетей обычно принимается не менее 150–200 мм из керамических и полимерных раструбных труб [20].

При застройке жилых комплексов и микрорайонов вместо дворовой сети устраивают **внутриквартальную канализационную сеть**, принимающую стоки от всех зданий квартала или района и транспортирующую сточные воды в уличную сеть (см. рисунок 12). Подключение городской сети во всех случаях делается через контрольный колодец.

Колодцы на сетях предназначены для осмотра, прочистки (в случае засоров) и контроля качества сбрасываемых сточных вод в наружную канализационную сеть.

Колодцы устраивают в местах присоединения выпусков из зданий, присоединения ответвлений, изменения диаметров и уклонов труб, поворота линий и устройства перепадов. На прямых и длинных участках сети смотровые колодцы размещают на расстоянии друг от друга не более 35 м при диаметрах труб 150 мм и 50 м – при диаметрах труб более 150 мм. Для контроля качества сточных вод, сбрасываемых в городскую канализационную сеть, в конце дворовой сети на расстоянии 1,5–2 м от границы участка (красной линии застройки) размещают контрольный колодец. Колодцы выполняют из кирпича или сборных железобетонных элементов диаметром 700 мм для колодцев глубиной не более 2 м и трубопроводов – диаметром до 200 мм. При большей глубине колодца и трубопроводов диаметром более 200 мм диаметр колодца принимают 1000–1200 мм. На днище (основании) колодца устраивают для плавного соединения труб одного или разных диаметров лоток [21].

Боковые линии трубопроводов к колодцам разрешается присоединять под углом 90° между осями входящих и выходящих из колодца труб.

Желательно, чтобы дворовая сеть имела один и тот же уклон на всем протяжении. Наибольший уклон канализационной сети не должен превышать 0,15. Уклон труб определяется гидравлическим расчетом. На участках между колодцами прокладывают трубы одного диаметра, с постоянным уклоном без перегибов и изломов. Трубы различного диаметра соединяют в колодцах «шельга в шельгу», т. е. верх труб должен находиться на одном уровне. Уклон трубопроводов следует выбирать так, чтобы заглубление труб было минимальным и по возможности трубы соединялись на одной отметке. Если это невозможно, устраивают перепадные колодцы.

Результаты гидравлического расчета сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Гидравлический расчет канализационной сети

№ участка	Длина, l , м	Расход, q_s , л/с	Диаметр, d , мм	Уклон i	Наполнение H/d	Скорость, v , м/с	Падение уклона il , м	Отметки земли, м		Отметки лотка, м		Глубина заложения, м	
								начало	конец	начало	конец	начало	конец
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

На основании расчетов строится **профиль дворовой канализации** [12]. Он включает все участки дворовой канализационной линии и присоединение к уличному коллектору.

Продольный профиль дворовой канализационной сети вычерчивается по оси трассы труб от места присоединения к городской сети канализации до наиболее удаленного от нее канализационного выпуска здания. Колодец

дворовой сети этого выпуска определяет необходимое заглубление сети. Независимо от направления движения сточных вод по трубопроводам дворовой канализации, профиль вычерчивается в соответствии с движением воды по трубам – слева направо. Вычерчивание профиля начинается с построения профиля поверхности земли вдоль трассы трубопровода. По данным аксонометрической схемы канализационного стояка и выпуска (см. рисунок 11) определяют отметку лотка трубы в колодце с учетом разницы диаметров трубопроводов выпуска и дворовой сети при соединении трубопроводов по шельгам. Отметки лотков всех других колодцев до контрольного находят путем вычитания из отметки лотка предыдущего колодца величины падения уклона, определяемой по формуле

$$h_i = i l, \quad (16)$$

где i – уклон канализационных трубопроводов;

l – расстояние между колодцами, м.

Вычисленные отметки (до третьего знака) записываются в таблицу продольного профиля. По разности отметок поверхности земли и лотков трубопроводов вычисляют глубину колодцев (до второго знака). По полученным отметкам вычерчивают продольный профиль дворовой канализации. На профиле дворовой канализации, кроме отметок поверхности земли и лотков труб в колодцах, указываются уклоны, расстояния между осями колодцев, глубины и номера колодцев и материалы труб (рисунок 13).

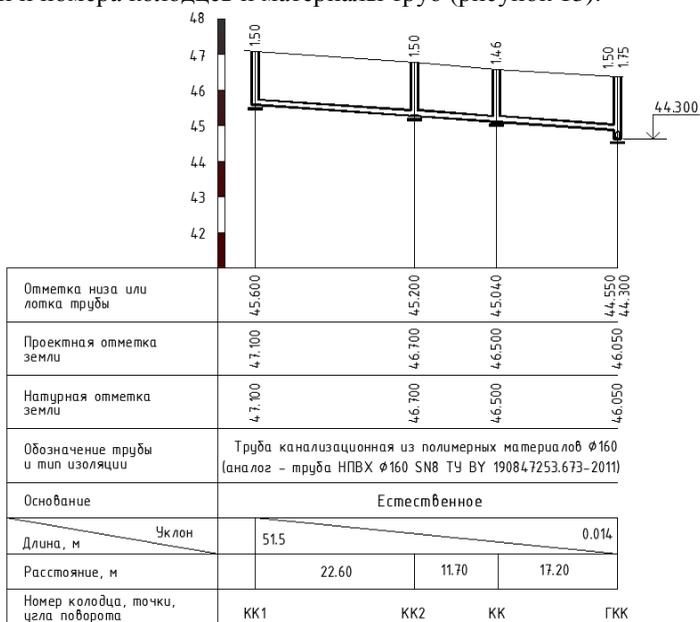


Рисунок 13 – Продольный профиль дворовой канализации

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **ТКП 45-4.01-319–2018 (33020)**. Системы внутреннего водоснабжения и канализации зданий. Строительные нормы проектирования. – Взамен ТКП 45-4.01-52-2007 (02250); ТКП 45-4.01-54-2007 (02250); введ. 2018–10–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 28 с.

2 **ТКП 45-4.01-52–2007 (02250)**. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования. – Взамен на территории РБ СНиП 2.04.01-85 в части требований по проектированию внутреннего водопровода зданий: разд. 1-5; 7-14; прил. 1-8); введ. 2008–09–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 47 с.

3 **ТКП 45-4.01-320–2018 (33020)**. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. – Взамен ТКП 45-4.01-30-2009 (02250); ТКП 45-4.01-32-2010 (02250); ТКП 45-4.01-51-2007 (02250); ТКП 45-4.01-180-2009 (02250); ТКП 45-4.01-181-2009 (02250); ТКП 45-4.01-197-2010 (02250); ТКП 45-4.01-198-2010 (02250); ТКП 45-4.01-199-2010 (02250); ТКП 45-4.01-200-2010 (02250); ТКП 45-4.01-201-2010 (02250); ТКП 45-4.01-258-2012 (02250); с отменой СНБ 4.01.01-03; введ. 2018–03–01. – Минск: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 75 с.

4 **ТКП 45-4.01-54–2007 (02250)**. Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования. – Взамен на территории РБ СНиП 2.04.01-85 в части требований по проектированию систем внутренней канализации зданий (разделы 1, 3, 15-2; приложения 1, 2, 9); введ. 2008–09–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 21 с.

5 **ТКП 45-1.03-85–2007 (02250)**. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа. – Взамен П1-2000 к СНиП 2.04.01-85, на территории РБ СНиП 3.05.02-88 в части монтажа внутренних систем газоснабжения; введ. 2008–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 33 с.

6 **ТКП 45-4.01-29–2006 (02250)**. Сети водоснабжения и канализации из полимерных труб. Правила проектирования и монтажа. – Взамен на территории РБ СН 478-80; введ. 2007–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2007. – 60 с.

7 **ТКП 45-2.02-138–2009 (02250)**. Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования. – Введ. 2009–09–01 (с отменой СНБ 4.01.02-03). – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2009. – 28 с.

8 **Гуревич, Д. Ф.** Трубопроводная арматура: справочное пособие / Д. Ф. Гуревич. – М. : ЛКИ, 2008. – 368 с.

9 **Шевелев, Ф. А.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – М. : Изд-во ООО «Бастет», 2007. – 336 с.

10 **ГОСТ 21.205–2016**. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений. – Взамен ГОСТ 21.205-93; введ. 2017–04–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 20 с.

11 **ГОСТ 21.601-2011**. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации. – Взамен ГОСТ 21.601-79 ; введ. РБ 2015–01–01. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 2015. – 28 с.

12 **ГОСТ 21.604-82**. Система проектной документации для строительства. Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Рабочие чертежи. – Введ. 1983–07–01. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 1992. – 8 с.

13 Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства Ч. 2 : «Водопровод и канализация» / под ред. И. Г. Старостова, Ю. И. Шиллера. – 4-е изд. – М. : Стройиздат, 1990. – 250 с.

14 **ГОСТ 18599–2001**. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия. – Взамен ГОСТ 18599-83; Введ. РБ 2003–03–01. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 66 с.

15 **ГОСТ 32414–2013**. Трубы и фасонные части из полипропилена для систем внутренней канализации. Технические условия. – Введ. 2018–08–01. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 2018. – 32 с.

16 **ГОСТ 22689–2014**. Трубы и фасонные части из полиэтилена для систем внутренней канализации. Технические условия. – Введ. 2016–11–01. – Минск : ИПК Изд-во стандартов, 2016. – 32 с.

17 **СНБ 3.02.04–03**. Жилые здания. – Взамен СНиП 2.08.01-89 : введ. 2003-21-12. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2004. – 35 с.

18 **Лукиных, А. А.** Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н. Н. Павловского : справочное пособие / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ООО «ИД «БАСТЕТ», 2011. – 152 с.

19 **Кедров, В. С.** Санитарно-техническое оборудование зданий / В. С. Кедров, Е. Н. Ловцов. – М. : Стройиздат, 1989. – 495 с.

20 **Невзорова, А. Б.** Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий : [монография] / А. Б. Невзорова, О. К. Новикова, Г. Н. Белоусова. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 270 с.

21 **Калищун, В. И.** Гидравлика, водоснабжение и канализация : учеб. пособие для вузов / В. И. Калищун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. – М. : Стройиздат, 2004. – 397 с.

22 **ТКП 45-4.01-321–2018 (33020)**. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования. – Взамен ТКП 45-4.01-51-2007 (02250); ТКП 45-4.01-53-2012 (02250); ТКП 45-4.01-56-2012 (02250); ТКП 45-4.01-57-2012 (02250); ТКП 45-4.01-202-2012 (02250); введ. 2018–10–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2018. – 87 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Элементы систем внутреннего водопровода и канализации

Таблица А.1 – Графические обозначения элементов трубопроводов [10]

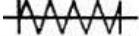
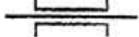
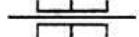
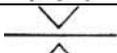
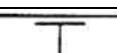
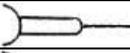
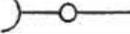
Наименование	Обозначение
1 Изолированный участок трубопровода	
2 Трубопровод в трубе (футляре)	
3 Трубопровод в сальнике	
4 Сифон (гидрозатвор)	
5 Компенсатор: общее обозначение	
П-образный	
6 Вставка амортизационная	
7 Место сопротивления в трубопроводе (шайба дроссельная, сужающее устройство расходомерное, диафрагма)	
8 Опора (подноска) трубопровода: неподвижная	
подвижная	
9 Патрубок компенсационный	
10 Ревизия	

Таблица А.2 – Графические обозначения элементов систем внутренних водопровода и канализации [10]

Наименование	Условное обозначение	
	на видах сверху и на планах	на видах спереди или сбоку, на разрезах и схемах
1 Раковина		
2 Мойка		
3 Умывальник		
4 Умывальник групповой		
5 Умывальник групповой круглый		
6 Ванна		
7 Ванна ножная		
8 Поддон душевой		
9 Биде		
10 Унитаз		
11 Чаша напольная		
12 Писсуар настенный		
13 Писсуар напольный		
14 Слив больничной		
15 Трап		
16 Воронка спускная		
17 Воронка внутреннего водостока		
18 Сетка душевая		
19 Фонтанчик питьевой		

Таблица А.3 – Графические обозначения трубопроводной арматуры [10]

Наименование	Обозначение
1 Клапан (вентиль) запорный: проходной	
угловой	
трехходовой	
2 Клапан (вентиль) регулирующий: проходной	
угловой	
3 Клапан обратный: проходной	
угловой	
4 Клапан предохранительный: проходной	
угловой	
5 Клапан дроссельный	
6 Клапан редукционный	
7 Задвижка	
8 Затвор поворотный	
9 Кран: проходной	
угловой	
трехходовой	
водоразборный	
писсуарный	
пожарный	
поливочный	
двойной регулировки	
10 Смеситель: общее обозначение	
с душевой сеткой	
11 Водомер	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Термины и определения

Водопровод внутренний. 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 (СТБ 1884).

Запорная арматура. Промышленная трубопроводная арматура, предназначенная для перекрытия потока рабочей среды, протекающей по трубопроводу.

Задвижка. Арматурное устройство, имеющее затвор в виде диска, перемещающегося вдоль уплотнительных колец корпуса перпендикулярно оси потока жидкости, устанавливается при больших диаметрах трубопровода с высоким давлением.

Вентиль. Клапан, затвор которого перемещается при помощи резьбовой пары и перекрытие потока осуществляется в горизонтальных плоскостях параллельно направлению транспортируемой жидкости, устанавливается при небольших диаметрах трубопроводов.

Счетчик воды. Измерительный прибор, предназначенный для измерения объема (массы) воды, протекающей в трубопроводе через сечение, перпендикулярное направлению потока.

Эксплуатационный расход воды счетчика. Расход воды, протекающий через измерительную камеру счетчика, при котором он может работать непрерывно длительное время.

Воды сточные. Воды, содержащие загрязняющие вещества, отводимые из жилых, общественных и производственных зданий, а также образующиеся при выпадении атмосферных осадков, таянии снега.

Шельга трубы. Верхняя часть трубы в рабочем положении, расположенная симметрично относительно вертикального диаметра (СТБ 1163).

Лоток трубы (канала). Внутренняя нижняя часть трубы или канала.

Выпуск канализационный. Трубопровод, отводящий сточные воды из зданий и сооружений в наружную канализационную сеть.

Коэффициент наполнения канализационной сети. Отношение глубины сточных вод к диаметру самотечного трубопровода или к высоте канала.

Перепадной колодец. Сооружение в местах присоединения дворовой или внутриквартальной канализационной сети к коллекторам глубокого заложения.

Колодец канализационный контрольный. Сооружение в местах присоединения дворовой или внутриквартальной канализационной сети к уличной.

Система внутренней канализации. Система канализации в объеме, ограниченном наружными поверхностями ограждающих конструкций и выпусками до первого смотрового колодца, обеспечивающая отведение сточных вод от санитарно-технических приборов и технологического оборудования здания.

Стояк канализационный. Вертикальный трубопровод, проходящий через все этажи, включая кровлю здания, и предназначенный для отвода сточных вод, поступающих от санитарно-технических приборов.

Прибор санитарно-технический. Прибор, предназначенный для осуществления гигиенических и/или хозяйственно-бытовых процедур.

Гидравлический затвор. Гидрозатвор или сифон представляет собой изогнутую трубку или другую конструкцию, в которой удерживается определенное количество воды, препятствующей проникновению газов из канализационной сети в помещение здания.

Учебное издание

БЕЛОУСОВА Галина Николаевна
РАТНИКОВА Анна Михайловна

**ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
(ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ)**

Учебно-методическое пособие

Редактор *А. А. Емельянченко*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор *Т. А. Пугач*

Подписано в печать 07.03.2019 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,11. Уч.-изд. л. 5,69. Тираж 200 экз.
Зак. № . Изд. № 4.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель