

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра гидротехнических сооружений и водоснабжения

Н. В. Васильева, А. А. Боровиков

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

*Методические указания по выполнению курсового проекта
для студентов, обучающихся по специальности
7-07 -0732-01 Строительство зданий и сооружений*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра гидротехнических сооружений и водоснабжения

Н. В. Васильева, А. А. Боровиков

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

*Методические указания по выполнению курсового проекта
для студентов, обучающихся по специальности
7-07 -0732-01 Строительство зданий и сооружений*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2025

УДК 628. 3.06(072)

*Рекомендовано методической комиссией
мелиоративно-строительного факультета
26.09.2025 (протокол № 1)*

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *Н. В. Васильева*
кандидат технических наук, доцент *А. А. Боровиков*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. И. Желязко*;

Водоснабжение и водоотведение: методические указания по выполнению курсового проекта / Н. В. Васильева, А.А Боровиков. – Горки: БГСХА, 2025. – 46 с.

Изложены теоретические основы изучаемых процессов по перекачке и очистке воды. Приведены необходимые таблицы для решения задач и основные математические зависимости для выполнения расчетов в контрольной работе.

Для студентов, обучающихся по специальности 7-07 0732 01 Строительство зданий и сооружений.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2025

ВВЕДЕНИЕ

Вода является основой жизни на земле, а от ее качества зависит здоровье человека. Обеспечение населения чистой и доброкачественной водой имеет большое гигиеническое значение, так как предохраняет людей от различных эпидемиологических заболеваний, передаваемых через воду.

Благоустройство современных городов определяет не только уровень социальной обеспеченности населения, но и масштаб развития промышленности. Жизнедеятельность человека приносит в окружающую среду огромное количество твердых бытовых отходов (ТБО), что значительно ухудшает экологическую обстановку и требует новых технических решений.

Системы водоснабжения и водоотведения городов являясь важнейшей отраслью городского хозяйства, обеспечивают население питьевой водой и санитарную безопасность при отводе сточных вод, их очистке, обеззараживании, утилизации образующихся при этом осадков. Благоустройство современных городов определяется не только уровнем социальной обеспеченности населения, но и масштабом развития промышленности. Комфортное проживание людей в современных зданиях обеспечивается сложным комплексом оборудования, устройствами и внутренними системами жизнеобеспечения.

В настоящее время объемы строительства и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения возрастают. Они связаны с устройством санитарно-технических систем жилых, общественных и промышленных зданий. а их техническое совершенство определяет не только уровень благоустройства отдельных зданий, но и благоустройство населенных пунктов. Правильное решение задач по водоснабжению и водоотведению обеспечивает не только высокий уровень городов и сел, но и рационально использовать природные ресурсы.

Приведенные сведения помогут студентам квалифицированно проектировать внутренние системы водоснабжения и водоотведения зданий и сооружений различного назначения при выполнении курсового и дипломного проектирования

Цель курсового проекта по предмету «Водоснабжение и водоотведение» – научить будущих специалистов самостоятельно выполнять расчеты и проектирование систем внутреннего водоснабжения и водоотведения жилого дома и внутриквартальной сети.

Задача курсового проекта – закрепить теоретические знания и применить их при расчете и проектировании систем внутреннего водоснабжения и водоотведения жилого дома и внутриквартальной сети.

Приведенные сведения помогут студентам квалифицированно проектировать внутренние системы водоснабжения и водоотведения зданий и сооружений различного назначения при выполнении курсовой работы.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Вода к жилым, общественным и производственным зданиям подводится путем ответвления трубопроводной сети от наружного распределительного водопровода. Внутри зданий устраивается система трубопроводов, которая должна обеспечить подачу воды непосредственно к водоразборному оборудованию, стиральным и посудомоечным машинам, санитарным приборам, установленным в здании, а также на нужды пожаротушения.

Система водоснабжения зданий – это комплекс устройств и распределительных трубопроводов, обеспечивающих получение воды из наружного водопровода и подачу её под требуемым напором в необходимом количестве к водоразборным устройствам, расположенным внутри здания или объекта. При этом количество и качество воды должно соответствовать требованиям ГОСТ.

Систему холодного водоснабжения зданий обычно называют внутренним водопроводом, который получает воду из наружного водопровода и подающие ее к водоразборным устройствам, расположенных внутри здания или группы зданий под требуемым напором, в необходимом количестве и соответствующего качества. Снабжение зданий и отдельных объектов может осуществляться от наружной водопроводной сети – централизованное водоснабжение, а если от местного источника водоснабжения, то децентрализованное.

Системы внутреннего водопровода зданий по назначению подразделяют на питьевые, производственные, противопожарные, поливочные и объединенные (выполняют несколько функций).

Питьевой водопровод, подает потребителю воду питьевого качества, его буквенно-цифровое обозначение на чертежах – В1;

Противопожарный, обеспечивает подачу воды на тушение пожаров, которые могут возникнуть в здании, его буквенно-цифровое обозначение – В2.

Поливочный водопровод используется для полива зеленых насаждений, мойки тротуаров и внутриквартальных проездов.

По способу трассировки системы внутренних водопроводов проектируют:

- тупиковыми, при возможности допуска в перебоях в подаче воды.
- кольцевыми или с закольцованными вводами – при необходимости обеспечения непрерывной подачи воды.
- комбинированными.

Тупиковые и кольцевые сети внутреннего водопровода бывают с нижней и верхней разводкой. При нижней разводке МТ прокладка осуществляется в подвальном помещении или техническом подполье, при их отсутствии под полом первого этажа – в подпольных каналах (иногда совместно с трубопроводами других коммуникаций: отопления, горячего водоснабжения). Прокладка в грунтах под полом первого этажа **не допускается**.

При верхней разводке – магистральные трубопроводы прокладываются в чердачном помещении, в техническом этаже или по стенам под потолком первого этажа. Для предотвращения переохлаждения и образования конденсата трубопроводы изолируют и утепляют. Водопроводы с верхней разводкой применяют при установке напорно-регулирующих емкостей в верхней части общественных, жилых и некоторых производственных зданий.

Кольцевые сети внутреннего водопровода должны быть присоединены к наружной водопроводной сети не менее чем двумя вводами.

Расстояние по горизонтали в свету между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками сточной воды системы водоотведения и водостоков должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно, и не менее 3 м — при диаметре ввода более 200 мм. Допускается совместная прокладка вводов водопроводов различного назначения (например, хозяйственно питьевого и противопожарного).

В местах присоединения вводов к наружным сетям городских производственных водопроводов должны устраиваться колодцы с

установкой в них запорной арматуры (задвижками, затворами) при диаметре вводов 40 мм и менее — вентилей.

На вводах трубопроводов должны предусматриваться упоры в местах их поворота в вертикальной или горизонтальной плоскости, когда возникающие усилия не могут быть восприняты стыковыми соединениями труб.

Выбор системы внутреннего водопровода зависит от назначения, конструктивных особенностей, этажности и объема зданий, а также необходимо учитывать санитарно-гигиенические и противопожарные требования.

Выбор системы внутреннего водопровода зависит прежде всего от соотношения требуемого давления для подачи воды к водоразборной арматуре и гарантийного давления в точке присоединения к городской (наружной) водопроводной сети.

По принципу действия внутренние водопроводы подразделяют на системы: без повысительных установок; с напорно-запасными баками; с повысительными насосами; с комбинацией напорно-запасных баков и повысительных центробежных насосов; с гидропневматическими установками; зонные.

Управление трубопроводной системой, какой является внутренний водопровод, и распределение воды потребителям осуществляется с помощью запорной, регулирующей и предохранительной арматуры различного назначения, типа и принципа действия.

1.1. Построение аксонометрической схемы водопровода холодной воды

Аксонометрическая схема (рис. 1.1.1) является основным рабочим чертежом для выполнения гидравлического расчёта и монтажа водопроводной сети. Схема включает в себя ввод, водомерный узел, магистрали, стояки, подводки, водоразборные приборы и водопроводную арматуру (задвижки, вентили, краны, переходные муфты). Кроме того, на схеме должен быть показан поливочный трубопровод с необходимой арматурой на нём.

Схему внутреннего водопровода строят в косоугольной (фронтальной) изометрии на основе исходных данных и проектных решений, отражённых на планах этажа и подвала здания, с соблюдением графических обозначений трубопроводов, арматуры и санитарно-технических устройств [8].

При построении аксонометрической схемы водопровода необходимо учитывать следующее:

1. подводки от стояков к водоразборным приборам следует располагать на высоте 0,30 м от пола этажа;

2. высоту установки водоразборных приборов от пола этажа следует назначать согласно техническим условиям [6];

3. планировка этажей однотипная, подводки и водоразборные приборы на всех этажах также одинаковы. В связи с этим показывают подводку только на одном (верхнем) этаже, а на остальных следует изобразить лишь ответвления от стояков до вентилях на подводках;

4. минимальные диаметры подводок назначают согласно приложению [6], а окончательные определяют гидравлическим расчётом на высоте 1 м от пола подвала;

8. подъём водопровода с отметки наружной части ввода до отметки магистрали сети должен осуществляться сразу же за стеной здания, при этом на схеме показывают отметки ввода (снаружи стены здания) и магистрали (сразу после водомерного узла);

9. кроме арматуры, указанной на плане подвала, на схеме показывают также вентили в начале каждого стояка (в подвале), на подводках в квартиры, а также к смывным бачкам;

10. все стояки на схеме (см. рис. 1.1) маркируют, как на планах этажа, так и подвала. Кроме этого, указывают отметки поверхности земли, пола этажей и подвала, осей труб ввода и магистрали, диктующего водозаборного прибора и поливочных кранов.

11. выбрав на схеме расчётное направление (для гидравлического расчёта сети), его разбивают его на расчётные участки, начиная от диктующего прибора (наиболее высоко расположенного и наиболее удалённого от начала ввода). Начало и конец каждого участка нумеруют арабскими цифрами, а на выносках указывают их длины и диаметр труб (последние - после гидравлического расчёта сети).

На плане типового этажа наносят места выхода стояков с прокладкой подводок трубопроводов к водоразборному оборудованию и санитарно-техническим приборам, принятым согласно заданию.

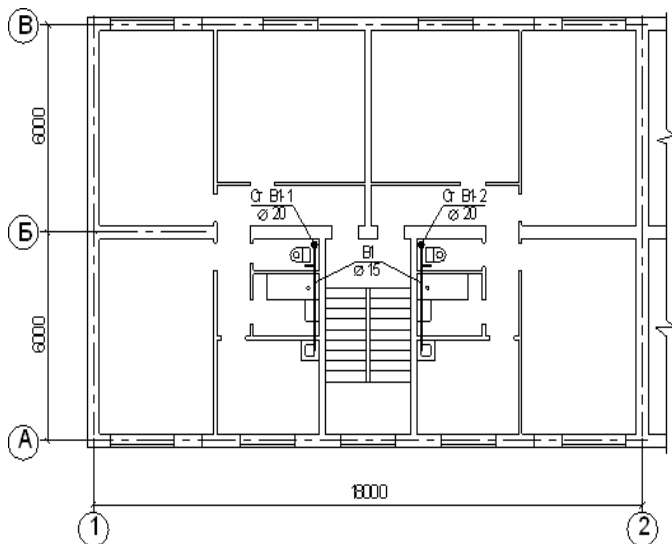


Рис. 1.1.1. План типового этажа с указанием сетей В1.

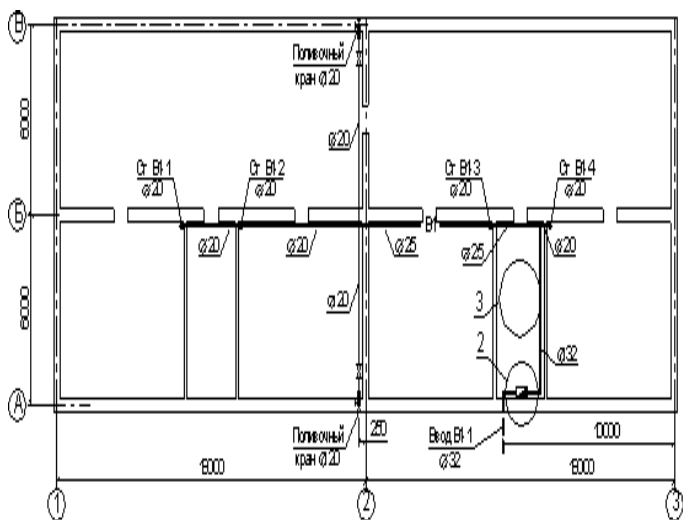


Рис.1.1.2. План подвала с нанесенными сетями В1
2 – водомерный узел; 3 – насосная станция.

При нижней разводке на плане подвального помещения наносят трассировку магистральной части внутренней водопроводной сети от ввода до мест подъёма водопроводных стояков и поливочных кранов. Стояки предназначены для подачи воды на этажи здания. Их располагают в местах максимального скопления водоразборных точек за приборами, величина стоков у которых максимальная.

Стояки, разводящие трубы и подводки к водоразборным устройствам в зависимости от назначения и степени благоустройства зданий прокладывают двумя основными способами:

- открытая прокладка – по колоннам, балкам, фермам, стенам (под потолком или у пола);
- скрытая прокладка – в бороздах, каналах, блоках и панелях, пространственных кабинах вместе с трубопроводами другого назначения.

Производится выбор места для размещения водомерного узла. Водомерный узел располагается и эксплуатируется на вводе у наружных стен здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

В зависимости от назначения зданий, бесперебойности в подаче воды и степени благоустройства водомерные узлы бывают: простые и с обводной линией. В состав водомерных узлов входят: запорная арматура (краны, вентили, задвижки); контрольно-спускные краны, предназначенные для отбора проб при контроле качества воды; измерительные приборы (датчики давления и температуры); фильтры; фасонные изделия и арматура (отводы, тройники, переходы, втулки под фланец).

Производится нумерация стояков с указанием (после расчета водопроводной сети) диаметров, уклоны и длины трубопроводов на всех участках, а также марку (калибр) водосчётчика.

Определив количество стояков и места их размещения, составляется расчетная аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети. Согласно трассировки ВВ разбивается на отдельные участки вдоль расчетного направления, начиная от диктующей (расчетной) точки (прибора) – обычно наиболее удаленного и высоко расположенного водоразборного прибора – до места присоединения ввода к наружной водопроводной сети. Участком сети называется расстояние трубопровода между двумя узлами. Узлами являются места разветвления трубопроводов, их начало и концы.

При построении аксонометрической схемы необходимо учитывать, что

- подводки стояков к водоразборным приборам располагают на высоте 0,30м от пола этажа;

- высоту установки водоразборных приборов от пола этажа назначают согласно техническим условиям;

- подводку показывают только на одном (верхнем этаже), а на остальных изображают лишь ответвления от стояков до вентелей на подводках, потому что планировка этажей однотипная, а подводки и водоразборные приборы на всех этажах одинаковы;

- горизонтальные трубопроводы внутри здания должны иметь уклон 0,002...0,003 в сторону ввода, а магистрали, диктующего водозаборного прибора и поливочных кранов и сам ввод должен иметь уклон не менее 0,003 в сторону городского водопровода;

- водомерный узел должен располагаться на высоте 1м от пола подвала;

- кроме арматуры, указанной на плане подвала на схеме следует изобразить вентели в начале каждого стояка (в подвале), на подводках в квартиры, а также к смывным бачкам;

- должны быть указаны отметки поверхности земли, пола этажей и подвала, осей труб ввода.

Аксонометрическую схему холодного водопровода выполняют во фронтальной (косоугольной) изометрии (показатель искажения по каждой координатной оси равен единице).

На аксонометрической схеме водопроводной сети (рис.1.1.3) четко изображают все трубопроводы, а с помощью условных обозначений – приборы, запорную, водоразборную, регулирующую арматуру и т.д., обозначаются отметки пола подвала, первого и верхнего этажей, отметки ввода и поверхности земли в месте ввода в здание.

В тех случаях, когда близко расположенные стояки на чертеже накладываются друг на друга, следует один из них отнести на свободное место, как бы отсекая стояк у пола первого этажа; точки отсекаются соединяются пунктирной линией. Если размещение санитарных приборов и их количество, питаемых стояком, на всех этажах одинаково, можно ограничиться начертанием всех разводящих трубопроводов к санитарным узлам, лишь на верхнем этаже расчетного стояка, а на остальных этажах на схеме показать только места и направления ответвлений трубопроводов от стояка.

Расчетные расходы в водопроводах холодной воды определяют в зависимости от:

- удельного среднего часового расхода воды, отнесенного к одному потребителю или санитарно-техническому прибору;
- вида и общего количества потребителей воды и/или санитарно-технических приборов (для водопровода в целом или отдельных участков расчетной схемы водопровода). Если количество санитарно-технических приборов (мест водоразбора) неизвестно, то допускается принимать его равным числу потребителей.

Для расчета расхода системы в целом или на расчетном участке необходимо определить число потребителей, исходя:

из расчетной жилой площади здания (F) и нормы общей площади на одного человека (f), m^2

Расчет воды на начальных расчетных участках сети следует принимать по расчету, но не менее максимального секундного расхода воды одним из установленных санитарно-технических приборов.

Максимальный секунднй расход воды определяется по формуле

$$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (1.2.1)$$

где q^c – максимальный секунднй расход, л/с;

q_0^c – секунднй расход холодной воды от прибора, определяемый по

табл.2.1;

α – коэффициент, зависящий от произведения общего количества приборов на расчетном участке сети, определяем по табл.1.3.1.

Норму расхода холодной воды в сутки и в час определяют по формуле

$$q_{hr,u}^c = q_{hr,u}^{tot} - q_{hr,u}^h \quad (1.2.2)$$

где $q_{hr,u}^{tot}$ – общая норма расхода воды в сутки, л/сут;

$q_{hr,u}^h$ - норма расхода горячей воды в сутки, л/час.

$$q_{hr,u}^c = 15,6 - 10,0 = 5,6 \text{ л/с}$$

Таблица 1.2.1. Расходы воды и стоков санитарными приборами

Приборы	Расход воды Q_0 , л/с	Минимальный свободный напор перед прибором h_{CB} , м.	Коэффициент использования	Часовой расход прибором $Q_{час}$, л/ч	Расход стоков прибора $q_{ок}$, л/с	Минимальные диаметры трубопровода d , мм	
						Условного прохода подводки (для водопровода)	Условного прохода отводящего трубопровода (для канализации)
Раковины с краном	0,15	2	0,35	50	0,3	10	32
Умывальники со смесителем	0,1	2	0,5	30	0,15	10	32
Умывальник с туалетным краном	0,1	2	0,5	30	0,15	10	40
Мойка со смесителем в квартирах	0,1	2	0,25	60	0,6	0	40
Ванна со смесителем в том числе общим для ванны и умывальника	0,18	3	0,28	200	0,8	10	40
То же с водогрейной колонкой	0,22	3	0,28	300	1,1	15	40
Душевая кабина с мелким поддоном	0,1	3	0,14	60	0,2	10	40
Душевая кабина с глубоким под-	0,1	3	0,16	80	0,6	10	40
Унитаз со смывным краном	1,4	4	0,016	81	1,4	20	85
Унитаз со смывным бачком	0,1	2	0,23	83	1,6	8	85

Определение расходов на расчетных участках удобно производить в табличной форме (табл. 1.2.2).

Таблица 1.2.2. **Расчётные расходы воды по отдельным участкам водопроводной сети**

Наименование участка	Расход одним прибором q_0 , л/с	Общее число санитарно-технических приборов на участке N , шт.	Вероятность действия прибора, P	NP	α	Расчётный максимальный секундный расход q л/с
1	2	3	4	5	6	7
1 – 2						
2 – 3						
3 – 4						
и ...						

В графе 1 на основании трассировки проставляются номера расчетных участков: 1-2, 2-3, 3-4 и т.д.

В графу 2 заносят расход одного прибора, величина которого максимальна из всех приборов и устройств, подключенных к рассматриваемому участку. Величина расхода имеет одну и ту же величину на всех участках, относящихся к данному расчетному стояку.

В графу 3 заносят число приборов, которые обеспечиваются водой, проходящей через данный расчетный участок. Например, на участке от колодца уличной сети до водомерного узла число приборов будет равно общему их количеству, установленному в здании, т.е. число приборов, размещенных на одном типовом этаже, умноженное на количество этажей.

Определения расчетных расходов также зависит от вероятности действия санитарно-технических приборов в здании (графа 4).

Вероятность действия приборов определяется по следующей формуле

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

где $q_{hr,m}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления, $q_{hr,m}^c = 5,6 \text{ дм}^3 / \text{с}$;

U – общее количество водопотребителей в здании, $U = 90$ чел;

q_0^c – секундный расход холодной воды прибором, $q_0^c = 0,2 \text{ дм}^3 / \text{с}$;

N – общее количество приборов на расчетном участке сети.

$$P = \frac{5,6 \cdot 90}{0,2 \cdot 90 \cdot 3600} = 0,0078$$

Таблица 1.2.3. Значения коэффициентов α при $P <$ и любом числе N

NP	$\square\alpha$	NP	$\alpha\square$	NP	$\square\alpha$	NP	$\square\alpha$
1	2	3	4	5	6	7	8
Менее 0,015	0,200	0,056	0,283	0,180	0,430	0,58	0,730
0,015	0,202	0,058	0,286	0,185	0,435	0,60	0,742
0,016	0,205	0,060	0,289	0,190	0,439	0,62	0,755
0,017	0,207	0,062	0,292	0,195	0,444	0,64	0,767
0,018	0,210	0,064	0,295	0,20	0,449	0,66	0,779
0,019	0,212	0,065	0,298	0,21	0,458	0,68	0,791
0,020	0,215	0,068	0,301	0,22	0,467	0,70	0,803
0,021	0,217	0,070	0,304	0,23	0,476	0,72	0,815
0,022	0,219	0,072	0,307	0,24	0,485	0,74	0,826
0,023	0,222	0,074	0,309	0,25	0,493	0,76	0,838
0,024	0,224	0,076	0,312	0,26	0,502	0,78	0,849
0,025	0,226	0,078	0,315	0,27	0,510	0,80	0,860
0,026	0,228	0,080	0,318	0,28	0,518	0,82	0,872
0,027	0,230	0,082	0,320	0,29	0,526	0,84	0,883
0,028	0,233	0,084	0,323	0,30	0,534	0,86	0,894
0,029	0,235	0,086	0,326	0,31	0,542	0,88	0,905
0,030	0,237	0,088	0,328	0,32	0,550	0,90	0,916
0,031	0,239	0,090	0,331	0,33	0,558	0,92	0,927
0,032	0,241	0,092	0,333	0,34	0,565	0,94	0,937
0,033	0,243	0,094	0,336	0,35	0,573	0,96	0,948
0,034	0,245	0,096	0,338	0,36	0,580	0,98	0,959
0,035	0,247	0,098	0,341	0,37	0,588	1,00	0,969
0,036	0,249	0,100	0,343	0,38	0,595	1,05	0,995
0,037	0,250	0,105	0,349	0,39	0,602	1,10	1,021
0,038	0,252	0,110	0,355	0,40	0,610	1,15	1,046
0,039	0,254	0,115	0,361	0,41	0,617	1,20	1,071
0,040	0,256	0,120	0,367	0,42	0,624	1,25	1,096
0,041	0,258	0,125	0,373	0,43	0,631	1,30	1,120
0,042	0,259	0,130	0,378	0,44	0,638	1,35	1,144
0,043	0,261	0,135	0,384	0,45	0,645	1,40	1,168
0,044	0,263	0,140	0,389	0,46	0,652	1,45	1,191
0,045	0,265	0,145	0,394	0,47	0,658	1,50	1,215

продолжение табл. 1.2.3

1	2	3	4	5	6	7	8
0,046	0,266	0,150	0,399	0,48	0,665	1,55	1,238
0,047	0,268	0,155	0,405	0,49	0,672	1,60	1,261
0,048	0,270	0,160	0,410	0,50	0,678	1,65	1,283
0,049	0,271	0,165	0,415	0,52	0,692	1,70	1,306
0,052	0,276	0,170	0,420	0,54	0,704	1,75	1,328
0,054	0,280	0,175	0,425	0,56	0,717	1,80	1,350

Так как величины расходов, входящие в формулу вероятности являются постоянными, то значение P будут постоянными на всех участках.

В графу 5 вносят значения, полученные при произведении вероятности действия на количество приборов на каждом расчетном участке.

Величины вычисленных значений α и q для каждого участка сети записывают соответственно в графы 6 и 7 расчетной таблицы 1.1.2.

1.3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода холодной воды по определению диаметров и потерь напора на участках сети

Для обеспечения бесперебойной работы сети необходимо рассчитывать ее на наиболее неблагоприятный режим работы, который наблюдается при пропуске по ней максимального расхода.

Расчет водопровода холодной воды произведем на примере со следующими данными:

Жилое 5-ти этажное здание квартирного типа. В каждой квартире установлены: мойка со смесителем, ванна со смесителем, общим для умывальника и ванны, унитаз со смывным бачком. Количество жителей – 90 человек. Высота этажа (от пола до пола) составляет 2,8 м, а высота подвала (от пола первого этажа до пола подвала) – 2,2 м. Гарантийное давление в сети – 0,22 МПа. Норма водопотребления на 1 человека – 140дм³/сут. Отметка пола первого этажа – 126,0 м, а отметка поверхности земли участка – 125,0 м. Глубина промерзания – 1,0 м. Отметка лотка трубы в городском колодце – 122,5 м. План типового этажа и подвала даны на рис.1.1.1 и 1.1. 2.

Зная расчётные расходы по участках водопроводной сети, производят их гидравлический расчет.

Таблица 1.3.1. Гидравлический расчет внутреннего холодного водопровода

Расчетный участок	Кол-во приборов на расчетном участке	Вероятность действия прибора Р	NP	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha, \text{ дм}^3/\text{с}$	Диаметр расчетного участка, д, мм	Скорость воды $V, \text{ м/с}$	Удельные потери напора 1000i, Мпа//км	Длина расчетного участка $l, \text{ м}$	Потери напора на участке $H=i l, 10^2 \text{ МПа}$
0-1	1	0,0078	0,0078	0,2	0,2	15	1,18	360,5	0,7	0,25
1-2	2	0,0078	0,0156	0,205	0,205	15	1,18	360,5	1,2	0,43
2-3	3	0,0078	0,0234	0,222	0,222	15	1,28	420,6	4,3	1,81
3-4	6	0,0078	0,0468	0,268	0,268	20	0,86	134,2	2,8	0,38
4-5	9	0,0078	0,0702	0,304	0,304	20	0,94	154,9	2,8	0,43
5-6	12	0,0078	0,0936	0,336	0,336	20	1,02	189,4	2,8	0,45
6-7	15	0,0078	0,117	0,367	0,367	20	1,12	225,3	6,1	1,38
7-8	30	0,0078	0,234	0,476	0,476	25	0,95	102,4	0,5	0,05
8-9	45	0,0078	0,351	0,573	0,573	25	1,07	149,6	5,6	0,84
9-10	90	0,0078	0,702	0,703	0,702	32	0,73	48,4	1,1	0,053
										$\sum 6,073$
10-ввод	90	0,0078	0,702	0,703	0,703	32	0,73	48,4	17,5	0,086

Исходя, из расчетного расхода на участках вычисляем диаметры труб по участкам, при этом скорость движения воды в трубопроводе внутреннего водопровода жилого здания не должна превышать 1,5 ... 2,0 м/с.

Диаметр труб водопроводной сети определяем по формуле

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p}{\pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (1.3.1)$$

где d_p – расчётный диаметр, м;

q_p – расчетный расход на участке, m^3/c ;

V – оптимальная скорость движения воды в трубопроводе, m/c .

По расчетному диаметру принимают внутренний диаметр стандартных труб по ближайшему значению с учётом ГОСТ в зависимости от материала трубопровода по таблицам 1.3.2 и 1.3.3. и по стандартному диаметру определяют удельное сопротивление.

Таблица 1.3.2. Стандартные диаметры стальных труб и их удельные сопротивления A , c^2/m^6

Условный проход стандартного диаметра трубопровода, мм	Средняя скорость в живом сечении трубопровода V , m/c					
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	≥ 1.2
15	$126 \cdot 10^5$	$108 \cdot 10^5$	$100 \cdot 10^5$	$95 \cdot 10^5$	$92,3 \cdot 10^5$	$89,7 \cdot 10^5$
20	2340000	1990000	1850000	1760000	1710000	1660000
25	604000	514000	477500	454000	441000	427800
32	129400	110200	102350	97300	94500	91720
40	62650	53350	49600	47150	45800	44480
50	15640	13310	12370	11750	11420	11080
65	4245	3612	3360	3190	3100	3009
80	1645	1402	1302	1237	1202	1167
90	746	636	590	561	546	529
100	396	337	314	298	289	281
125	121,7	110,4	96,3	91,5	88,9	86,2
150	47,8	40,7	37,8	36	34,9	33,9

Таблица 1.3.3. Стандартные диаметры полиэтиленовых труб и их удельные сопротивления A , c^2/m^6

Стандартный диаметр трубопровода $d_{ст}$, мм	Средняя скорость в живом сечении трубопровода V , m/c					
	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	$>2,0$
1	2	3	4	5	6	7
12	$3639 \cdot 10^5$	$2816 \cdot 10^5$	$2209 \cdot 10^5$	$2146 \cdot 10^5$	$2102 \cdot 10^5$	$2032 \cdot 10^5$
16	$1842 \cdot 10^5$	$1416 \cdot 10^5$	$1212 \cdot 10^5$	$1109 \cdot 10^5$	$1079 \cdot 10^5$	$1023 \cdot 10^5$
20	$49,75 \cdot 10^5$	$38,48 \cdot 10^5$	$26,55 \cdot 10^5$	$25,85 \cdot 10^5$	$25,47 \cdot 10^5$	$25,12 \cdot 10^5$
25	1036000	886000	757100	691000	647000	616000
32	280000	240000	204800	187000	175000	167000

1	2	3	4	5	6	7
40	87000	74000	62290	58000	54000	51000
50	27000	23100	19720	18000	16900	16000
70	3030	2790	2390	2170	2040	1940
90	1170	1080	926,8	845	792	754
110	410	370	324	295	277	263
125	214,7	189,5	166,7	154,3	148,4	132,8
140	195	116	91	83	78	74
160	107	58	45,91	41,0	39,0	37,0

После подбора стандартного диаметра уточняют реальную скорость движения воды в трубопроводе по формуле

$$V_p = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d_{ст}^2}, \text{ м/с} \quad (1.3.2)$$

где q – расход на участке, $\text{м}^3/\text{с}$;

$d_{ст}$ – стандартный диаметр труб, м.

При движении воды в трубопроводах возникают сопротивления, которые принято называть гидравлическими сопротивлениями, или потерями напора. Их подразделяют на два вида:

– сопротивления (потери) по длине, обусловлены силами трения воды о стенки трубопроводов, в зависимости от его протяженности и материала;

– местные сопротивления (потери), обусловлены местными изменениями формы и размеров живого сечения потока.

Исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды (наиболее экономичными являются скорости в пределах 0,8...1,3 м/м), подбираем стандартные диаметры труб ($d_{тр}$) и вычисляем потери по длине ($h_{дл}$) на расчетных участках. Средняя скорость движения воды в магистральных не должна превышать 1,5...2,0 м/с, а подводках – 2,5 м/с.

Диаметры труб подбираем по таблицам Ф. А. Шевелева [15]. В этих таблицах приведены численные значения потерь напора на 1000м длины, то есть $1000i$ (i – гидравлический уклон), что позволяет определить потери по длине на каждом расчетном участке, используя формулу:

$$h_{дл} = i \cdot l \quad (1.3.3)$$

где l – длина участка, м.

Потери напора по всей длине расчетного направления определяем по формуле

$$\sum h_{дл} = \sum i \cdot l \quad (1.3.4)$$

Потери напора на вводе (на участке от городского водопровода до водомерного узла) определяют по формуле

$$h_{вв} = \sum i \cdot l_{вв} \quad (1.3.5)$$

где $l_{вв}$ – длина ввода, м.

Местные потери напора принимают равными 30% от потерь по длине

$$\sum h_{м} = 0,3 \sum h_{дл} \quad (1.3.6)$$

Сумма потерь напора подлине и местные определяются по формуле

$$\sum h_{тр} = \sum h_{дл} + \sum h_{м} \quad (1.3.7)$$

Общие потери напора $\sum H_{l.tot}$ определяют по формуле

$$\sum H_{l.tot} = \sum h_{дл} + \sum h_{м} + \sum h_{м} \quad (1.3.8)$$

При расчете потерь напора на рассматриваемых участках внутренней водопроводной сети пользуются формулой, учитывающей потери напора по длине и местные потери. Данные потери называют полными:

$$h_{пол} = A \cdot q^2 \cdot k \cdot b$$

где A – удельное сопротивление трубопровода (выбирается по диаметру и материалу трубопровода), $с^2/м^6$;

q – расчетный расход воды на участке, $м^3/с$;

l – длина участка на схеме водопроводной сети, м;

k – поправочный скоростной коэффициент, зависит от скорости воды в трубопроводе (таблица 1.1.3);

b – коэффициент, учитывающий местные сопротивления, (для трубопроводов внутреннего водоснабжения $b=1,15$).

Величина потерь напора не должна превышать 1-1,5 м, в противном случае следует увеличить диаметр трубопровода и произвести перерасчет скорости и потерь напора.

Таблица 1.3.4. Поправочные скоростные коэффициенты k для стальных и полиэтиленовых труб

Скорость воды в трубопроводе V , м/с	Поправочный скоростной коэффициент для полиэтиленовых труб k	Поправочный скоростной коэффициент для стальных труб k
0,2	0,83	0,84
0,3	0,87	0,88
0,4	0,90	0,91
0,60	0,94	0,95
0,80	0,97	0,97
1,00	1,0	0,99
1,2	1,03	1,0
1,6	1,05	1,0
2,0	1,08	1,0

Результаты расчетов сводят в таблицу 1.3.4.

Таблица 1.3.4. Данные расчетов потерь напора и диаметров на участках сети холодного водопровода

Наименование участка	Расчетный расход участка, q , л/с	Расчетный диаметр трубопровода, d_p , мм	Стандартный диаметр, $d_{ст}$, мм	Реальная скорость в трубопроводе, V , м/с	Длина участка трубопровода, l , м	Потеря напора на участке трубопровода, $h_{пол}$, м
1-2						
2-3						
3-4						
...						
Суммарные потери напора по длине $\Sigma h_{пол}$						

1.4. Подбор счетчиков учета воды

При подборе счетчика воды учитываются его гидрометрические характеристики (предел чувствительности, область учета, характерный максимальный расход), а также допустимые потери давления и условия установки.

Диаметр условного прохода счетчика определяем по следующей формуле, используя величину среднечасового расхода воды сутки

$$Q_{\text{ч.ср}} = \frac{0,001 \cdot Q_o \cdot U}{24}$$

где Q_o – норма водопотребления на 1 человека, $Q_o = 140 \text{ дм}^3/\text{сут}$;
 U – общее количество водопотребителей в здании, чел.

$$Q_{\text{ч.ср}} = \frac{0,001 \cdot 140 \cdot 90}{24} = 0,525 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Диаметр условного прохода счетчика подбирается в зависимости от среднечасового расхода воды за период потребления (сутки), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по таблице 1.2.5, или устанавливаем по диаметру магистрального трубопровода, подходящего к водомерному узлу.

В жилых зданиях применяют скоростные (крыльчатые и турбинные) счетчики различных калибров, устанавливаемых в подвалах. Калибр счетчика не должен превышать диаметр труб на вводе. Потери напора в крыльчатых счетчиках не должны превышать 5,0 м, а в турбинных – 2,5 м. Скоростные крыльчатые устанавливают при расчетном расходе воды до $15 \text{ м}^3/\text{ч}$, а при больших расходах – трубчатые счетчики.

Диаметр условного прохода счетчика подбирается по табл. 1.2.5.

В данной курсовой работе принимаем счетчик с условным проходом 25 мм, эксплуатационный расход – $2,8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Потери давления в счетнике воды определяют по формуле

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2, \text{ МПа}$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, $\text{Мпа}/(\text{дм}^3/\text{с})^2$, принимается по таблице 1.2.5;

q – расчетный расход воды через водомер (расход на вводе), $\text{дм}^3/\text{с}$.

$$h_{\text{сч}} = 0,0264 \cdot (0,703)^2 = 0,0131 \text{ МПа} < 0,025 \text{ МПа}$$

1.5. Определение требуемого напора в водопроводной сети

После выполнения гидравлического расчета необходимо найти требуемое давление напора в водопроводной сети.

Величина требуемого давления определяется по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_{\text{вв}} + h_{\text{сч}} + h_1 + h_{\text{м}} + H_{\text{ф}}, \text{ Мпа}$$

где $H_{\text{геом}}$ – геометрическая высота подъема воды, Мпа;
 $h_{\text{вв}}$ – потери давления на трение на вводе, Мпа;
 $h_{\text{сч}}$ – потери давления в счетчике воды, Мпа;
 h_l – сумма потерь давления на расчетных участках сети
 h_m – сумма местных потерь давления, м
 H_f – свободное давление у диктующего водоразборного устройства

Потери давления на вводе будут равны:

$$h_{\text{вв}} = 48,4 \cdot 0,0175 = 0,00086 \text{ Мпа}$$

Потери давления в счетчике воды будут равны

$$h_{\text{сч}} = 0,0264 \cdot (0,703)^2 = 0,0131 \text{ Мпа}$$

Сумма потерь давления на расчетных участках сети будет равна

$$h_l = 6,073 \cdot 0,01 = 0,06073 \text{ МПа}$$

Сумма местных потерь давления (в соединениях и фасонных частях труб) на питьевых трубопроводах жилых зданий принимают в размере 30 % от потерь по длине.

$$h_m = 0,06073 \cdot 0,3 = 0,01822 \text{ м}$$

Свободное давление у диктующего водоразборного устройства (смеситель мойки) принимаем равным 0,02 МПа

Тогда

$$H_{\text{тр}} = 0,141 + 0,00086 + 0,0131 + 0,06073 + 0,01822 + 0,02 = 0,2539 \text{ МПа}$$

Полученное значение требуемого давления необходимо сравнить с гарантированным давлением

$$H_{\text{тр}} = 0,2539 \text{ МПа} > H_{\text{гар}} = 0,22 \text{ МПа}$$

Так как требуемое давление выше гарантийного более чем на 0,0239 Мпа, то необходимо предусмотреть повысительную насосную установку

Подбор насоса осуществляется по его расчетной подаче, равной расходу воды на вводе – 0,703 дм³/с (2,53 м³/ч), и давлению, определяемому по формуле

$$H = H_{\text{тр}} - H_{\text{гап}} + = 0,2539 - 0,22 + 0,02 = 0,0539 \text{ Мпа}$$

где $h_{\text{н.у}}$ – потери давления в насосной установке,
 $h_{\text{н.у}} = 0,02 \dots 0,025 \text{ МПа}$;

Для установки принимаются по таблице 1.4.1 насосы марки ЦВЦ 6,3/7,1 (1 – рабочий и 1 резервный), подача $Q = 6,3 \text{ м}^3/\text{час}$ и давлением $0,071 \text{ Мпа}$.

Таблица 1.5.1. Марки водопроводных насосов и их характеристики

Марки насосов	Подача, м ³ /ч	Давление, МПа	Частота вращения мин ⁻¹	Мощность, кВт
К8/18(1,5К-6)	11; 6; 14	0,17; 0,20; 0,14	2900	1,5
К20/18(2К-9)	11; 10; 22	0,21; 0,18; 0,17	2900	1,5
ЦВЦ2,5-2	2,5	0,02	3000	0,075
ЦВЦ4-2,8	4,0	0,028	3000	0,11
ЦВЦ-Т 6,3/3,5	6,3	0,035	1500	0,18
ЦВЦ 6,3/7,1	1,0; 6,3; 9,5	0,095; 0,071; 0,032	1500	0,37
К20/30(2К-6)	10; 20; 28	0,33; 0,3; 0,24	3000	4,0
К45/55(3К-6)	45	0,55	3000	15
К45/30(3К-9)	28; 45; 58	0,35; 0,3; 0,25	3000	7,5
К90/20	56; 90; 110	0,26; 0,2; 0,16	3000	7,5

Таблица 1.5.2. Характеристика счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Расход воды, м ³ /ч			Порог чувствительности, м ³ /ч, не более	Максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравлическое сопротивление счетчика S	
	min	Эксплуатационный	max			$\frac{\text{м}}{(\text{м}^3/\text{ч})^2}$	$\frac{\text{МПа}}{(\text{дм}^3/\text{с})^2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
15	0,03	1,2	3,0	0,015	45	1,110	14,38
29	0,05	2,0	5,0	0,025	70	0,400	5,180
25	0,07	2,8	7,0	0,035	100	0,2040	2,640
32	0,10	4,0	10	0,05	140	0,1000	1,29
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,0390	0,505
50	0,30	12	30	0,15	450	0,0110	0,143
65	1,50	17	70	0,6	610	0,0063	0,081
80	2,0	36	110	0,7	1300	0,0020	0,026
100	3,0	65	180	1,2	2350	$5,9 \cdot 10^{-7}$	0,0766

1	2	3	4	5	6	7	8
150	4,0	140	350	1,6	5100	$1,0 \cdot 10^{-7}$	0,013
200	6,0	210	600	3,0	7600	$2,77 \cdot 10^{-8}$	0
250	15	380	1000	7,0	13700	$1,38 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ

Проектирование системы внутреннего горячего водоснабжения производится аналогично проектированию системы холодного водоснабжения. Сеть горячего водопровода, как и холодного, бывает с нижней разводкой и с верхней, а также тупиковой и закольцованной. Кольцевание сети горячего водопровода необходимо для сохранения высокой температуры воды. Все системы центрального горячего водоснабжения проектируют с циркуляционными трубопроводами, которые функционируют круглосуточно.

Сеть горячего водопровода состоит из горизонтальных подающих магистралей и вертикальных распределительных трубопроводов-стояков, от которых устраивают поквартирные разводки. Сами стояки горячего водопровода прокладывают ближе к приборам. Трубопроводная сеть горячего водопровода выполняется из стальных оцинкованных водогазопроводных труб при диаметрах до 150мм и из неоцинкованных – при больших диаметрах, а также из пластмассовых, металлопластиковых и медных труб.

Циркуляционный трубопровод прокладывают таким образом, чтобы при размещении водонагревателя в нижней части системы создавалась естественная циркуляция воды в трубах. Для этого циркуляционный трубопровод присоединяют к концевым точкам распределительно сети, а в нижней части систем – к водонагревателю.

Для предотвращения поступления горячей воды в сеть холодного водопровода и наоборот обязательна установка обратных клапанов на подводках холодной воды к водонагревателям и групповым смесителям, на циркуляционном трубопроводе перед присоединением его к водонагревателям, в обвязке циркуляционного насоса.

Циркуляционные трубы прокладывают параллельно распределительным сетям горячего водопровода, при этом на горизонтальных участках – ниже их. Горизонтальные трубопроводы прокладывают с

уклоном 0,002...0,005 в сторону ввода или спускных кранов для обеспечения спуска воды и удаления воздуха, скапливающегося в верхних точках системы.

Трубопроводы горячего водопровода при повышении температуры удлиняются, и это удлинение необходимо компенсировать, если при наличии поворотов нельзя рассчитывать на естественную компенсацию (самокомпенсацию). Каждый поворот трубопровода в зависимости от его диаметра и толщины стенок может удлиниться на 10...20мм. При удлинённых прямых участках до 50мм необходима установка специальных компенсаторов.

В системах горячего водоснабжения чаще всего применяются гнутые компенсаторы (П-образные или лирообразные), в основном используются П-образные компенсаторы. Компенсаторы устанавливают на прямых участках трубопроводов длиной более 50м. Между компенсаторами размещают неподвижные опоры с жестким закреплением труб. В квартирах устанавливают индивидуальные счетчики воды.

2.1. Построение аксонометрической схемы горячего водопровода

После выбора основной схемы водопроводной сети здания строят аксонометрическую схему трубопроводов горячего водопровода здания. На ней подробно и четко отражают всю систему трубопроводов со всеми данными для монтажа. Схему строят под углом 45°С без искажения масштабов по осям. Аксонометрические схемы выполняют в масштабе 1:100. Для упрощения размещения чертежей на листе допускается расчленение схемы с помощью сноска штриховой линией на отдельные части. На схеме в масштабе откладываются строительные размеры.

На аксонометрической схеме показывают ввод, водомерный узел, насосные установки, все трубопроводы, арматуру. На расчетном направлении указывают длины, диаметры и уклоны расчетных участков, определенные в результате гидравлического расчета. На схеме должны быть отметки пола, ввода, осей насосов, магистралей, подводок к приборам. Кроме этого, предусматривают установку запорной арматуры: проходных клапанов (вентилей) или задвижек в следующих местах:

- на каждом вводе;

- у основания стояков в зданиях в три этажа и более;
- на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных приборов;
- у оснований подающих и циркуляционных стояков в зданиях и сооружениях высотой три этажа и более;
- на ответвлениях в каждую квартиру.

2.2. Определение расчетных расходов горячей воды

Нормы расхода горячей воды водоразборными приборами определяют по секундной q_o^h (дм³/с) и часовой $q_{o,hr}^h$ (дм³/ч) производительности при минимальных свободных давлениях (табл.2.2.1).

Нормы расхода воды одним потребителем в сутки и час наибольшего водопотребления, установленные при средней температуре систем горячего водоснабжения воды в водоразборных стояках 55°С, принимаются по таблице 2.2.3.

Указанные нормы расхода воды представляют собой средние величины, которые определяют устойчивые уровни потребления воды, характерные для каждой группы потребителей, в зданиях и сооружениях данного назначения.

В системе горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором среднюю температуру воды в водоразборных стояках следует принимать равной 65°С, а нормы расхода горячей воды по таблице 2.2.3.

Расход горячей воды зависит от температуры: чем ниже температура горячей воды у смесительного водоразборного крана, тем больше ее доля в составе смешанной воды.

Методика расчета расходов горячей воды сетей горячего водоснабжения в режиме водопотребления аналогична методике расчета водопровода холодной воды.

Параметрами расхода горячей воды являются:

q_o^h – расход горячей воды санитарно-техническим прибором, дм³/с;

$q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления, дм³/ч;

$q_{u,m}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в сутки, дм³/сут.

Суточные расходы горячей воды рассчитывают по формуле

$$q_u^h = \frac{q_{u,m}^h \cdot U}{1000}$$

Средний часовой расход воды определяют по формуле

$$q_{hr,u}^h = \frac{q_u^h}{T}$$

где T – продолжительность потребления горячей воды, $T=24$ ч.

2.3. Гидравлический расчет сети горячего водоснабжения

Гидравлический расчет сети внутреннего горячего водоснабжения ведется в той же последовательности, что и гидравлический расчет внутреннего водопровода холодного водоснабжения. Аксонометрическая схема внутреннего водопровода горячего водоснабжения составляется аналогично схеме внутреннего водопровода холодного водоснабжения. В длину расчетного участка входит также длина полотенцесушителя (2,0м). Общее количество приборов (N) для горячего водоснабжения определяется без учета смывных бацков унитазов.

Вероятность действия приборов определяется по формуле

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

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего потребления душами для жилых домов квартирного типа с ваннами длиной 1500 до 1700мм, оборудованными душами, $q_{hr,u}^h=10$ дм³/с (табл.1.2.3);

q_o^h – секундный расход горячей воды прибором для жилых домов квартирного типа с тем же оборудованием, $q_o^h = 0,2$ дм³/с;

N – общее количество санитарно-технических приборов, потребляющих горячую воду в здании, $N = 60$ шт;

U – общее количество водопотребителей в здании, $U = 90$ чел;

$$P = \frac{10 \cdot 90}{0,2 \cdot 60 \cdot 3600} = 0,0208$$

Результаты гидравлического расчета внутреннего горячего водопровода приведен в таблице 2.2.1

Расчет циркуляционных расходов начинается с определения потерь теплоты на участках и во всей системе горячего водоснабжения.

Потери теплоты на участке трубопроводов определяют по формуле

$$Q_i = k \cdot \pi \cdot d_n \cdot l_i (t_{cp} - t_o)(1 - \eta) \quad (2.1)$$

где $\eta = 0$;

t_o – температура в помещении, $t_o = 20^\circ\text{C}$;

k – коэфф. теплопередачи неизолированной трубы, $k = 42 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$

$$Q_i = 42 \cdot 3,14 \cdot 0,0268 \cdot 19,4 \cdot 35 \cdot 1 = 2340 \text{ кДж/ч}$$

На подводке (5–6) к стояку Т3-2 потери определяются по формуле (2.)

$$Q_{5-6} = 42 \cdot 3,14 \cdot 0,0335 \cdot 6,1 \cdot 50 \cdot 0,3 = 404 \text{ кДж/ч}$$

где $\eta = 0,7$ – для изолированных труб, находящихся в неотопляемом помещении;

t_o – температура помещения, $t_o = 5^\circ\text{C}$;

Сумма потерь теплоты на участке 5 - 6 определяется по формуле

$$Q = Q_{5-la} + Q_{5-6} = 2340 + 404 = 2744 \text{ кДж/ч}$$

Необходимый циркуляционный расход через стояк Т3-1 будет равен

$$q_{cir} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{2744}{10} = 274,4 \text{ дм}^3/\text{ч} = 0,076 \text{ дм}^3/\text{с}$$

где Δt – разность температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков, принимаем $\Delta t = 10^\circ\text{C}$;

Разность температур горячей воды в трубопроводах водоразборных стояков изменяется в пределах от 5 до 15°C .

Суммарные потери теплоты на участке 6–7 определяются по формуле

$$Q = Q_{5-la} + Q_{5-6} + Q_{Т3-2} + Q_{\text{подв.Т3-2}} + Q_{6-7}$$

$$Q = 2340 + 404 + 2340 + 205 + 33 = 5117 \text{ кДж/ч}$$

Результаты уточненного гидравлического расчета внутреннего горячего водопровода приведены в таблице 2.2.3.

Потери давления на отдельных участках определяются по формуле

$$\Delta H_{\text{уч.}} = i \cdot l(l + k_1), \text{ МПа}$$

где i – удельные потери давления, МПа /км;

k_1 – коэффициент местных потерь давления, принимаем равным 0,2 для подающих трубопроводов и равным 0,5 для циркуляционных;

Для проверки увязки потерь давления в трубопроводах водоразборных и циркуляционных стояков с располагаемым перепадом давлений в точках ихв точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу присоединения к подающим и циркуляционным трубопроводам рассчитываем другие кольца

Расчет кольца через стояк Т 3–2

Располагаемое давление в кольце (точки б и б') $H_p = 66,3$ МПа

Невязка в месте присоединения стояка Т3-2 к магистрали составляют

$$\frac{66,4 - 62,4}{66,3} \cdot 100 = 5,88\%$$

И не превышает допустимых 10%.

Расчет кольца через стояк Т3-3

Располагаемое давление H_p в кольце через стояк Т3-3 равно сумме располагаемого давления в месте присоединения стояка Т3-2 (точки б и б') и потерь давления на подающем участке б–7 и циркуляционном участке б'–7', то есть

$$H_p = 66,3 + 1,5 + 0,3 = 68,1 \text{ кПа}$$

Падение давление в кольце то же, что и в стояке Т3-2, равно 62,4 кПа.

Невязка составляет

$$\frac{68,1 - 62,4}{62,4} \cdot 100 = 9,1\%$$

То есть не превышает допустимых 10%.

Требуемое давление в точке присоединения системы горячего водоснабжения к городскому водопроводу

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{геом}} + h_{\text{сч}} + H_{\text{св}} + \Delta H_{\text{под}}, \text{ МПа}$$

где $H_{\text{геом}}$ – геометрическая высота подъема воды до оси трубопровода на вводе до оси наиболее высоко расположенного водоразборного прибора, Мпа

$h_{\text{сч}}$ – потери давления в водомере

$$h_{\text{сч}} = S \cdot q^2 = 0,013 \cdot 1,096^2 = 0,0156 \text{ МПа} < 0,025 \text{ МПа}$$

S – гидравлическое сопротивление счетчика (принимается счетчик с диаметром условного прохода 32мм, $S = 0,013 \text{ МПа}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с})^2$);

q – расхода воды на вводе (участок 8–9 без учета циркуляционного расхода, $\text{дм}^3/\text{с}$;

$H_{\text{св}}$ – 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 принимают после гидравлического расчета с учетом повышения шероховатости стенок труб из-за накипи;

$$\Delta H_{\text{под}} = 88,8 \cdot 1,2 = 106,56 \text{ КПа} = 0,107 \text{ МПа}$$

Тогда

$$H_{\text{тр}} = 0,0156 + 0,141 + 0,02 + 0,107 = 0,2836 \text{ МПа} > H_{\text{гар}} = 0,22 \text{ МПа}$$

Так как требуемое давление превышает гарантийное то, необходимо предусмотреть установку повысительных насосов. В системах горячего водоснабжения жилых зданий в качестве дополнительных повысительных насосов используют циркуляционные насосы, устанавливаемые на подающем трубопроводе между ступенями подогревателя.

Требуемое давление повысительных насосов составит

$$H_{\text{пов}} = H_{\text{тр}} + H_{\text{гар}} + h_{\text{ву}} = 0,2836 - 0,22 + 0,015 = 0,0786 \text{ м}$$

Производительность насоса принимается равной расходу на горячее водоснабжение с учетом циркуляции (участок 8–9):

$$q_{cir.H} = q + q_{cir} = 1,55 \text{ дм}^3/\text{с} = 5,58 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимаются к установке насосы марки К8/18 (1 рабочий, 1 резервный).

Таблица 2.3.1 Гидравлический расчет внутреннего горячего водопровода

Расчетный участок	Количество приборов на расчетном участке, N	Вероятность действия приборов	NP	α	$q^c = 5q_0^c \cdot \alpha$, $\text{дм}^3/\text{с}$	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 $H=i \cdot l$, 10^2 МПа
0 – 1	1	0,0208	0,0208	0,217	0,217	15	1,47	560,4	0,7	0,39
1 – 2	2	0,0208	0,0416	0,259	0,259	20	0,78	110,6	6,0	0,66
2 – 3	4	0,0208	0,0832	0,323	0,323	20	0,94	206,4	4,8	1,18
3 – 4	6	0,0208	0,1248	0,378	0,378	20	1,25	265,6	4,8	0,99
4 – 5	8	0,0208	0,1664	0,420	0,420	20	1,40	336,1	4,8	1,61
5 – 6	10	0,0208	0,2080	0,458	0,458	25	0,84	91,3	6,1	0,56
6 – 7	20	0,0208	0,4160	0,624	0,624	25	1,21	180,7	0,5	0,09
7 – 8	30	0,0208	0,6240	0,755	0,755	32	0,78	54,9	5,6	0,31
8 – 9	60	0,0208	1,248	1,096	1,096	32	1,15	111,9	1,1	0,12
										Σ 5,91

Таблица 2.3.2. Результаты расчета потерь теплоты и циркуляционных расходов

Расчетный участок	Диаметр трубы, мм		Температурный напор, Δt , °С	Длина участка, l, м	1 - η	Потери теплоты на участках $Q_{i,к}$, кДж/ч	Сумма потерь теплоты $\sum Q_{i,к}$, кДж/ч	Циркуляционный расход, q_{cir}	
	наружный, d, мм	внутренний d, мм						дм ³ /ч	дм ³ /ч
5-1 (ст. ТЗ-1)	26,8	20	55-20=35	19,4	1	2340	2340	-	-
5-6 (подводка к ст. ТЗ-1)	33,5	25	55-5= 50	6,1	1-0,7=0,3	404	2744	274,4	0,076
Ст.ТЗ-2	26,8	20	35	19,4		2340	2340	-	-
Подводка к ст. ТЗ-2	33,5	25	50	3,1	1	205	2545	245,5	0,071
6-7	33,5	25	50	0,5	0,3	33	5117	511,7	0,142
Ст.ТЗ-3	26,8	20	35	19,4	0,3	2340	2340	-	-
Подводка к ст.ТЗ-3	33,5	25	50	3,1	1	205	2545	254,5	0,071
7-8	42,3	32	50	5,6	0,3	469	8131	813,1	0,226
Ст.ТЗ-6	26,8	20	35	19,4	0,3	2340	2340	-	-
12-11 (подводка к ст.ТЗ-6)	33,5	25	50	6,1	1	404	2744	274,4	0,0765
Ст. ТЗ-5					0,3				
Подводка к ст. ТЗ-5	26,8	20	35	19,4		2340	2340	-	-
ТЗ-5					1				
10-11	33,5	25	50	3,1	0,3	205	2545	254,5	0,071
	33,5	25	50	0,5	1	33	5117	511,7	0,142
Ст.ТЗ-4	26,5	20	35	19,4	1	2340	2340	-	-
Подводка к ст.ТЗ-4	33,5	25	50	3,1	0,3	205	2545	254,5	0,071
10-8	42,3	32	50	5,6	0,3	469	8131	813,1	0,226
8-9	42,3	32	50	1,1	0,3	92	16354	1635,4	0,454

Таблица 2.3.3. Результаты уточненного гидравлического расчета внутреннего горячего водопровода

Расчетный участок	Расход воды, $\text{дм}^3/\text{с}$			Длина $l, \text{м}$	Диаметр $d, \text{м}$	Скорость воды, м/с	Коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, k_l	Потери давления		
	горячей, q	циркуляционной, q_{cir}	Суммарный $q+q_{cir}$					Мпа /км	на участке $\Delta H_{уч}$, (кПа)	
8 – 9	1,096	0,454	1,55	1,1	40	1,23	0,2	1,07	1,4	
7 - 8	0,755	0,226	0,981	5,6	32	1,03	0,2	0,90	6,0	
6 - 7	0,624	0,142	0,766	0,5	25	1,43	0,2	2,50	1,5	
5 - 6	0,458	0,076	0,534	6,1	25	0,998	0,2	1,25	9,2	
4 - 5	0,420	0,076	0,496	4,8	25	0,927	0,2	1,09	6,3	
3 – 4	0,378	0,076	0,454	4,8	20	1,42	0,2	3,43	19,8	
2 - 3	0,323	0,076	0,399	4,8	20	1,25	0,2	2,64	15,2	
1а - 2	0,259	0,076	0,335	5,0	20	1,05	0,2	1,91	11,5	
Циркуляционный стояк 1	-	0,076	0,076	15,7	20	0,237	0,5	0,13	3,1	
5'-6'	-	0,076	0,076	6,1	20	0,237	0,5	0,13	1,2	
6'-7'	-	0,142	0,142	0,5	20	0,44	0,5	0,40	0,3	
7'-8'	-	0,226	0,226	5,6	20	0,71	0,5	0,92	7,7	
8'-9'	-	0,454	0,454	1,1	20	1,42	0,5	3,43	5,7	
									\sum 88,8	
6 – Ст.2	0,458	0,076	0,534	3,1	25	0,998	0,5	1,25	5,8	
Ст.2	Из расчета ст.1: 6,3 + 19,8 + 15,2 + 11,5								52,9	
Циркуляционный стояк 2	-	0,076	0,076	15,7	20	0,234	0,5	0,13	3,1	
Циркуляционный стояк 2 – 6'	-	0,076	0,076	3,1	20	0,234	0,5	0,13	0,6	
									\sum 62,4	

2.4. Определение потерь теплоты в системах горячего водоснабжения

При работе систем горячего водоснабжения теплота неизбежно теряется через стенки трубопроводов, арматуру и элементы конструкции. При не столь заметном водоразборе величина этих теплотерь не оказывает заметного влияния на температуру воды. Однако при отсутствии водоразбора потери теплоты приводят к быстрому остыванию воды в трубах, что требует компенсации теплотерь за счет циркуляции воды. Для определения необходимого циркуляционного расхода требуется оценить величину потерь теплоты.

На каждом участке потери теплоты определяются по формуле

$$Q_i^{ht} = k \cdot \pi \cdot d_{ni} \cdot l_i (1 - \eta_u) (t_{mi}^h - t_o)$$

где k – коэффициент теплопередачи для неизолированного трубопровода, равный $k = 11,6$ Вт/(м²·К);

l_i – длина участка, м;

d_{ni} – наружный диаметр трубопровода, м;

η_u – коэффициент полезного действия (эффективность) тепловой изоляции (в горячем водоснабжении изолируются только магистрали в пределах подвальных и чердачных помещений), $\eta_u = 0,6 \div 0,8$.

Приведенной длиной участка называют величину:

t_o – температура окружающей среды по отношению к трубопроводу (для стояков температурой является температура воздуха в помещениях, а для магистралей в подвале или на чердаке);

t_{mi}^h – температура горячей воды на участке.

Температуру воды на участке можно определять, считая падение температуры по длине системы условно линейным:

$$t_{mi}^h = t_{max}^h - \frac{\Delta t^h \cdot \sum l_m}{\sum l_i}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

где t_{mi}^h – температура горячей воды в начале системы ГВС;

t_{max}^h – падение температуры воды до наиболее удаленного прибора;

$\sum l_i$ – сумма приведенных длин всех участков, на которых определяют теплотери;

l_m – то же до середины расчетного участка.

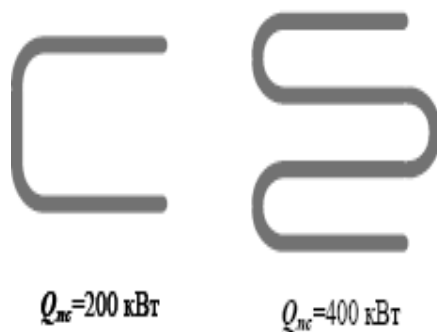


Рис.2.4.1. Потери теплоты полотенцесушителей на стояках горячего водоснабжения

В одинаковых стояках потери теплоты $Q_{ст}$ разрешается принимать равными, но в действительности же теплотери стояков по мере удаления их от теплоцентра уменьшаются из-за падения средней температуры воды. При наличии на стояках полотенцесушителей их теплотери Q_{nc} разрешается принимать в соответствии с рис.10.1.

Таким образом суммарные теплотери системы ГВС (при числе одинаковых стояков n) составят

$$Q^{ht} = \sum Q_i^{ht} + nQ_{ст} + \sum Q_{nc}$$

Таблица 2.4.1 Расчетные расходы для санитарно-технических приборов или устройств

Сантехнический прибор или устройство	Секундный расход, л/с			Часовой расход, л/ч			Свободный напор, H_f	Минимальный номинальный диаметр	
	общий q_o^{tot}	холод q_o^c	горячей q_o^h	общий q_{ohr}^{tot}	холодно q_{ohr}^c	горячей q_{ohr}^h			
Умывальник, рукомойник с водоразборным краном	0,10	0,10	–	30	30	–	2		
Умывальник, рукомойник со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2		10
Раковина, инвентарная мойка с водоразборным краном лабораторная водоразборная колонка	0,15	0,15	–	50	50	-	2	10	
Ванна со смесителем(в том числе общим для ванны и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3		10
Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	300	300	–	3		10
Ножная ванна со смесителем	0,10	0,07	0,07	200	165	165	3		10
Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3		10
Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3		10
Мойка (в т ч лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2		10
Нижний восходящий душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	5		15
Колонка с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	–	1000	1000	–	2		20
Унитаз со смывным бачком	0,10	0,10	–	83	83	–	2		8
Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	–	81	81	–	4		–
Писсуар	0,035	0,035	–	36	36	–	2		10
Писсуар с полуавтоматически смывным краном	0,2	0,2	–	36	36	–	3		15
Поливочный кран	0,3	0,3	0,02	1080	1080	720	2		15

Таблица 2.4.2. Расчетные расходы воды в жилых, общественных производственных зданиях

Водопотребители		Расход воды в сутки среднего водопотребления, л/сут		Расход воды в сутки наибольшего водопотребления, л/сут		Расход воды в час наибольшего потребления, л/час		Расход воды санитарно-техническим прибором	
Групповые	единичные	Общий (в.т.ч горячей)	горячей	общий	горячей	общий	горячей	Общий (холодной и горячей)	Холодной или горячей
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
многоквартирные:с водопроводом и канализациейбез ванн и душей	1 жил-тель	95	-	120	-	6,5	-	0,2(200)	0,2(50)
то же с газоснабжением		120	-	150	-	7,0	-	0,2(200)	0,2(50)
с водопроводом, канализацией и ваннам		150	-	180	-	8,1	-	0,3(300)	0,3(300)
с водопроводом, канализацией и ваннами с емкостными газовыми или электрическими водонагревателями		190	-	225	-	10,5	-	0,3(300)	0,3(300)
с водопроводом, канализацией, ваннами с протечными газовыми и электрическими водонагревателями и многоточечным водозабором		210	-	250	-	13,0	-	0,3(300)	0,3(300)

продолжение табл. 2.4.2.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
с централизованным горячим водоснабжением, канализацией, оборудованными умывальниками, мойками и сидячими ваннами, оборудованными душами		230	90		110	14,3	9,2	0,3(200)	0,2(200)
с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками, ванными длиной от 1500 до 1700мм, оборудованные душами.		250	105	300	120	15,6	10,0	0,3(300)	0,2(200)

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к сбору и отведению сточных вод существуют следующие системы внутренней канализации:

- бытовая, которая служит для отведения сточных вод от санитарных приборов и бытовой техники (унитазов, умывальников, ванн, душей, стиральных и посудомоечных машин);
- производственная – для отведения производственных сточных вод;
- дренажная, служащая для отведения сточных вод от любого оборудования, в результате эксплуатации которого отводятся условно чистые воды, а также огнетушащие вещества, пролитые при испытании или после тушения пожара;
- объединенная – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;
- внутренние водостоки, которые отводят дождевые и талые воды с кровли здания.

Внутренняя водоотводящая сеть многоквартирного дома включает в себя системы для отвода сточных вод и осадков с кровли.

В зданиях устанавливают санитарные приборы и приемники сточных вод, виды, типы и число которых соответствует техническому заданию.

Системы водоснабжения и водоотведения зданий должны обеспечивать пропуск воды и отведение стоков с расходами, соответствующими расчетному числу водопотребителей или числу установленных санитарно-технических приборов.

В жилых и общественных зданиях устанавливается бытовая система водоотведения и внутренние водостоки. Способ прокладки трубопроводов открытый или скрытый. В зданиях устанавливаются: унитазы, мойки, ванны, умывальники, писсуары, трапы и водосточные воронки.

Отвод сточных вод предусматривается, как правило, по самотечным трубопроводам. Для устройства внутренней канализации (системы водоотведения) применяют полиэтиленовые трубы внутренним диаметром 50, 100 мм, из полиэтилена низкого давления (ПНД).

Участки канализационной сети прокладываются прямолинейно. Изменять направление прокладки и присоединять санитарно-технические приборы следует с помощью соединительных деталей.

Для соединения труб разных диаметров, изменения направления и присоединения приборов применяются следующие фасонные части:

- отводы – под 90° , 110° , 135° , 150° ;
- тройники косые и прямые;
- крестовины косые и прямые;
- ревизии и прочистки;
- гидравлические затворы;
- переходы, муфты, отступы

На сетях внутренней бытовой канализации для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии и прочистки:

1) ревизии должны располагаться **на высоте 1 м от пола** до центра ревизии, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединяемого прибора;

2) в жилых зданиях, высотой более 5 этажей, ревизии на стояках должны быть установлены не реже, чем **через 3 этажа**;

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

4) на поворотах горизонтальных участков сети при углах поворота более 30° устанавливают **ревизии или прочистки**.

Расстояние между ревизиями для пропуска бытовых стоков:

- при диаметре труб $d = 50$ мм равно 12 м;
- при диаметре $d = 10-150$ мм равно 15 м;
- между прочистками при $d = 50$ мм равно 8 м;
- при диаметрах труб $d = 100-150$ мм равно 10 м.

Для стоков, отличающихся по качеству от бытовых, расстояние принимается по табл. 18.1 [1].

5) начале отводной линии и на поворотах с углом $> 30^{\circ}$ устанавливают прочистки для устранения засоров.

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, спальных комнат.

Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно. Изменять направление прокладки можно с помощью соединительных деталей (рис. 10.1). Отводящую сеть в подвале прокладывают, в зависимости от отметок, под потолком, по несущим стенам или над полом подвала.

Трубопровод проходит строго **перпендикулярно** через несущие и наружные стены. Отводящую сеть **запрещается** прокладывать под лестницей, шахтой лифта.

На горизонтальных участках сети наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками принимаются:

ревизии: при $d = 50$ мм через 12 м, при $d = 100-150$ мм через 15 м;
прочистки: при $d = 50$ мм через 8 м, при $d = 100-150$ мм через 10 м.

Пример отводящей сети в подвале показан на рис. 4.5. (рис. 4.4 – верхняя часть этой схемы).

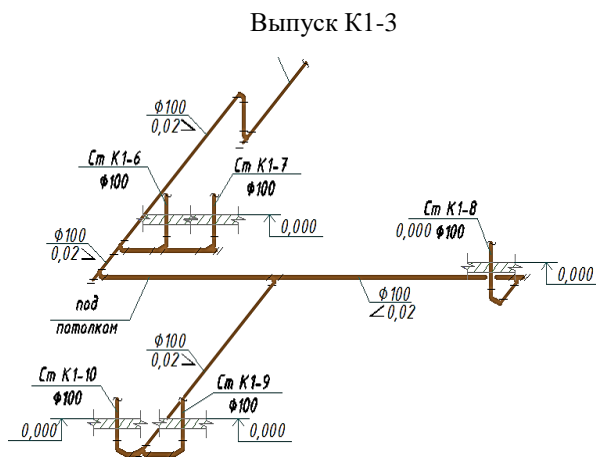


Рис. 3.1. Аксонометрическая схема отводящей сети в подвале

Внутренняя канализационная сеть (рис. 3.2.) состоит из отводных трубопроводов (2), стояков (3), выпусков (4), вытяжной части (1), устройств для прочистки (5).

Отводные трубы (лежаки) служат для сбора сточных вод от санитарных приборов и передачи их в стояк. Отводные трубы присоединяют к гидрозатворам санитарных приборов; они имеют диаметр не менее максимального диаметра выпуска, прибора или гидрозатвора. Трубы прокладывают с уклоном в сторону стояка.

Стояки - вертикальные трубопроводы, предназначенные для транспортирования стоков в канализационный выпуск. Они собирают стоки от отводных труб, их диаметр должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку.

Минимальный диаметр стояка 50 мм.

Выпуски служат для сбора стоков от стояков и отвода их в дворовую канализационную сеть. Они выполняются в виде трубопроводов, уложенных с уклоном, и объединяют все стояки. Диаметр выпуска принимают не меньше максимального диаметра стояка, присоединяемого к выпуску.

Стояки – вертикальные трубы, проходящие через все этажи и собирают сточные воды от отводных линий квартир и предназначены, для транспортирования стоков в канализационный выпуск. Они собирают стоки от отводных труб, их диаметр должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку. Их размещаются вблизи приёмников сточных вод (санитарных приборов) жидкости и по возможности ближе к прибору, отводящему наиболее загрязненные сточные воды (это унитаз, если выбор места расположения справа или слева от унитаза, а при отсутствии дополнительных условий – устанавливается со стороны ванны). Если применяют сантехнические кабины, то стояки размещают в монтажных шахтах на одной оси с унитазом. Диаметр стояков должен быть не менее наибольшего диаметра отводной трубы или выпуска прибора, присоединяемого к стояку.

Длина отводных труб должна быть минимальной. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен в жилых помещениях. Если применяют сантехнические кабины, то стояки размещают в монтажных шахтах на одной оси с унитазом. Длина отводных труб должна быть минимальной. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен в жилых помещениях. На всех планах, разрезах, схемах стояки и приёмники сточных вод должны иметь обозначения, например Ст К 1-1 – стояк хозяйственно-бытовой канализации; Ст К 2-1 – стояк водостока. Стояки прокладываются открыто, в бороздах или в специальных шахтах. Прокладка канализации в квартире на плане и на аксонометрической схеме показана на рис. 3.2.

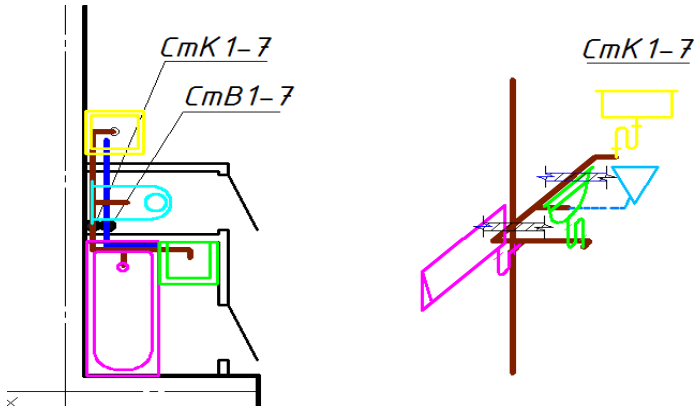


Рис. 3.2. Пример размещения водоотводящих сетей в квартире на плане и аксонометрии

Диаметр стояка в жилых домах по всей высоте должен быть не меньше наибольшего диаметра отводной трубы, присоединяемой к стояку (если присоединяется унитаз, тогда диаметр $d = 100$ мм, а если только мойка от кухни – то диаметр $d = 50$ мм).

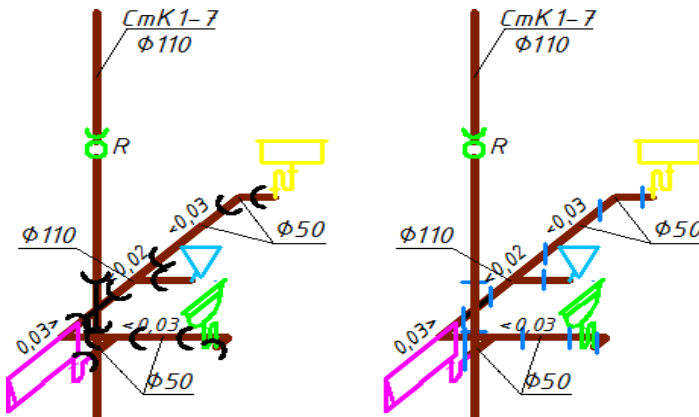


Рис. 3.3. Аксонометрическая схема присоединения приборов и фасонных частей:
а) раструбные соединения; б) схематическое обозначение раструбных соединений.

Вентиляцию сетей бытовой канализации, отводящих стоки в наружную канализационную сеть, предусматривают через вентилируемые стояки, присоединяемые к высшим точкам трубопроводов через направленный вверх патрубок косого тройника. Вытяжная часть канализационного стояка (фановая труба) выводится вертикально через кровлю или сборную вентиляционную шахту здания на высоту:

- 0,2 м от плоской неэксплуатируемой и скатной кровли;
- 0,1 м от обреза сборной вентиляционной шахты;
- не менее 3,0 м от плоской эксплуатируемой кровли.

Верхняя часть канализационного стояка переходит в вытяжную трубу, для вентиляции стояка водоотводящей системы. Вытяжные (фановые трубы) трубы выполняются диаметром, равным диаметру стояка. Рекомендуется объединять группы стояков в один вытяжной стояк. Пример показан на рис. 3.4. В этом случае, диаметр вытяжной части должен быть равными наибольшему диаметру стояка следует прокладывать с уклоном в стороны присоединяемых стояков, обеспечивая сток конденсата. Объединение стояков выполняют на чердаке. В неотапливаемых чердаках объединяемые трубопроводы теплоизолируют.

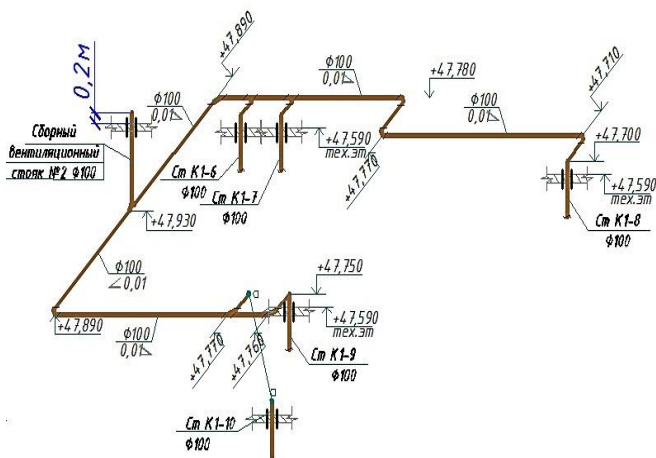


Рис.3.4 Аксонометрическая схема объединенных стояков на чердаке

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 располагают по возможности **с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам**. В жилых зданиях проектируют один выпуск на секцию, который выводят во двор. В пределах здания выпуск прокладывается под потолком подвала, по стене или над полом подвала в зависимости от высотных отметок и глубины заложения внутриквартальной канализационной сети.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца дворовой канализационной сети должна быть (рис. 4.7):

- не более 12 м при диаметре 100 мм.
- при большей длине выпуска, необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца (рис. 4.7, б), не более 8 м при диаметре выпуска 50 мм;

Колодцы устанавливаются на расстоянии 3-5 м (рекомендовано 5 м) от фундамента здания.

Трассировка внутренней водоотводящей сети производится таким образом, чтобы сточные воды удалялись из здания по кратчайшему пути. Перед трассировкой сети на планах и разрезах здания определяют число и места расположения приемников сточных вод. После каждого санитарно-технического прибора предусматривается гидрозатвор (за исключением приборов, в которых он имеется). В местах сосредоточения приемников сточных вод предусматривают стояки. Для уменьшения числа стояков желательно, чтобы приемники сточных вод располагались группами и друг над другом по этажам. Стояки размещают у колонн ограждающих конструкций по возможности ближе к приемникам (унитазам), в которые поступают наиболее загрязненные стоки, и с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Во избежание замерзания не рекомендуется устраивать стояки около наружных стен, дверей, ворот. Отводные трубы, предназначенные для отвода сточной жидкости от санитарных приборов, прокладывают прямолинейно по стенам выше пола с уклоном 0,035 (при $\acute{a} = 50$ мм) и 0,02 (при $\acute{a} = 100$ мм) в сторону стояка. Диаметры отводных труб принимаются в зависимости от вида присоединяемых к ним приборов. Отводные трубопроводы от унитазов принимаются 100 мм, от остальных приборов -

50 мм. Отводные трубы присоединяются к стоякам системы водоотведения при помощи фасонных частей (тройников, крестовин). Двухстороннее присоединение отводных труб от ванн к одному стояку на одной отметке допускается с применением косых крестовин. Санитарные приборы в разных квартирах на одном этаже подключают к отдельным отводным трубопроводам.

Стояк вверху переходит в вытяжную часть, которая предусматривается во всех зданиях высотой более пяти этажей. При меньшей этажности необходимость устройства вытяжной части проверяется расчетом. Отдельный вентиляционный стояк устраивают в высотных зданиях (более 20 этажей) в тех случаях, когда невозможно проложить стояк большего диаметра или два параллельных стояка.

Стояк канализационной сети в нижней части плавно присоединяют к горизонтальному трубопроводу, который прокладывают так же, как отводные трубопроводы к выпуску. Стояки и отводящие трубопроводы в жилых зданиях располагают обычно сзади или сбоку унитаза в санитарном узле. При размещении кухни в отдалении от санитарного узла прокладывают отдельный стояк для отвода стоков от моек. В типовых жилых и общественных зданиях стояки размещают вместе со стояками водоснабжения в санитарно-технических блоках, панелях, кабинах, которые монтируют одновременно со строительными конструкциями здания, что позволяет сократить объем монтажных работ на строительной площадке. Трубы прокладывают открыто с креплением к конструкциям зданий, а также на специальных опорах, или скрыто – с заделкой в строительные конструкции перекрытий, под полом, в панелях, бороздах стен, в санитарно-технических кабинах, вертикальных шахтах.

В подвалах принимают крестовины и тройники косые, а применение прямых крестовин в горизонтальной плоскости не допускается. Уклоны трубопроводов для внутренней сети водоотведения в зависимости от характера сточных вод и диаметра приводятся в табл. 3.1.

Стояк водоотведения или горизонтальный трубопровод в нижней части (в подвале или техническом подполье) переходит в выпуск, служащий для отвода сточной жидкости в дворовую сеть. Диаметры выпусков принимаются равными наибольшему диаметрам стояков. Выпуски располагают, по возможности, с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам так, чтобы длина горизонтальных линий, соединяющих стояки, была минимальной. В малоэтажных жилых домах проектируют, как правило, один выпуск на секцию, который выводят во двор. В зданиях с техническими подпольями и эксплуатируемыми подвалами

целесообразно устраивать два или один торцовый выпуск.

Таблица 3.1 Уклоны трубопроводов бытовой канализации

Диаметры трубы, мм	Хозяйственно-бытовые воды	
	номинальный	минимальный
50	0,035	0,025
100	0,020	0,012
150	0,010	0,007
200	0,008	0,005

Выпуски присоединяют к дворовой сети в колодце под углом не менее 90°. Наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены до смотрового колодца в сухих грунтах составляет 3 м, в мокрых – 5м. Максимальная длина выпуска (от стояка до оси колодца) принимается 8, 12, 15 м при диаметрах труб соответственно 50, 100, 150 мм, что позволяет ликвидировать засоры через прочистку, установленную перед выпуском. При большей длине выпуска необходимо предусматривать дополнительный колодец. Минимальную глубину прокладки выпуска определяют:

- в зависимости от промерзания грунта (низ трубы прокладывается выше границы промерзания на 0,3 м);
- с учетом механической прочности труб (0,7 м плюс диаметр трубы, до верха трубы).

При необходимости выпуск можно прокладывать на меньшей глубине, обеспечивая теплоизоляцию. Материал труб водоотводящей сети выбирают с учетом требований прочности, коррозионной стойкости и экономичности. В большинстве случаев при прокладке канализационных внутренних сетей используют раструбные чугунные и пластмассовые трубы. Диаметр труб и уклон определяются расчетом или конструктивно исходя из условия их незасоряемости. Максимальные уклоны для труб всех диаметров не более 0,15.

Санитарно-технические приборы, борта которых расположены ниже уровня люка ближайшего смотрового колодца, должны быть защищены от подтопления сточными водами в случае его переполнения. В таких случаях присоединяют соответствующие санитарно-технические приборы к отдельной системе канализации (изолированной от системы канализации вышерасположенных помещений) с устройством отдельного выпуска и установкой на нём автоматизированной запорной арматуры (канализационный затвор и т.п.) или автоматической насосной уста-

новки, управляемых по сигналу датчика, установленного на трубопроводе в канализуемом подвале или вмонтированного в арматуру, и подачей аварийного сигнала в дежурное помещение или диспетчерский пункт.

За автоматизированной запорной арматурой ниже по течению стоков допускается подключение канализации вышерасположенных этажей, при этом устанавливая ревизии в подвале не допускается.

Все отводные трубопроводы (ревизии, прочистки), расположенные за автоматизированной запорной арматурой, в том числе прокладываемые ниже пола первого этажа, а также канализационные стояки вышерасположенных этажей рассчитывают на гидростатическое давление до уровня люка ближайшего смотрового колодца при засорах и переполнениях и жестко закрепляют во избежание продольных и поперечных перемещений.

Канализуемые подвальные помещения должны быть отделены глухими капитальными стенами со складских помещений для хранения продуктов или ценных товаров.

3.1. Построение аксонометрической схемы канализационного стояка

Аксонометрическую схему стояка внутренней системы водоотведения от наиболее удаленного прибора до выпуска и колодца КК1–1 выполняем во фронтальной изометрии на листе А1. Масштаб аксонометрической схемы принимаем 1:100.

На стояке поэтажные отводы и санитарно-технические приборы вычерчиваем для верхнего этажа. На нижележащих этажах указываем тройники или прямые крестовины - фасонные детали для присоединения поэтажных отводящих трубопроводов к стояку.

Определение высотных отметок выпуска К1-1 на схеме осуществляется в такой последовательности:

– вначале определена отметка лотка выпуска у наружной стены здания. Глубина заложения от поверхности земли до верха трубы в этом месте принята на 0,3 м меньше глубины промерзания грунта 2,5 м, то есть $2,5 - 0,3 = 2,2$ метра [8];

– по генплану видно, что абсолютная отметка земли около здания – 32,4 м., а пол первого этажа имеет абсолютную отметку 34,4 м. Тогда при глубине заложения верхней образующей выпуска у наружной стены

2,2 м абсолютная отметка лотка будет – 30,1 м, что и показано на аксонометрической схеме;

- принята длина выпуска 5 метров от прочистки до смотрового колодца; [8];
- уклон выпуска диаметром 100 мм принят без расчёта 0,02 по п. 18. [8].

Для получения высоты перепада лотка выпуска необходимо

$$z_{\text{п}} = i \cdot l = 0,2 \cdot 5,0 = 0,1 \text{ м}$$

- отметка выпуска около – 30,0 м.
- выпуск К1 – 1 присоединяют к первому смотровому колодцу КК1 – 1 способом "шелыга в шелыгу", то есть с совпадением верхов труб разных диаметров.

Дворовая канализационная сеть - это наружная сеть и ее наименьший диаметр (чугунные трубы) согласно п.2.33 [8] должен быть 150 мм.. Поэтому лоток первого колодца КК1 – 1 будет на 5 см ниже лотка выпуска из-за несовпадения диаметров труб выпуска и дворовой сети $150 - 100 = 50$ мм. Абсолютная отметка лотка колодца КК1 – 1 получена – 29,95 м. Абсолютная отметка лотка первого колодца использована далее в таблице 3 гидравлического расчёта дворовой канализации.

Другие отметки горизонтальных участков на аксонометрической схеме К1 назначены с учётом уклонов и длин труб, а также толщины междуэтажного перекрытия 0,3 м и удобства сборки раструбных трубопроводов.

После построения аксонометрической схемы К1 составляем спецификацию оборудования системы внутренней канализации.

В спецификации К1 оборудование, трубы и фасонные детали обсчитываем для одного здания. Данные по канализационным трубам и фасонным деталям в спецификации К1 приняты по «ГОСТ 6942-98. Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним».

В системах, имеющих санитарно-технические приборы с емкостью (ванны, смывные бачки), которые медленно наполняются из водопровода и быстро опорожняются после процедуры со значительным секундным расходом, расчетные расходы стоков при малом числе приборов выше, чем в системе водоснабжения. При большом числе приборов расходы от опорожнения отдельных приборов накладываются, усредняются и приближаются к расходам в системе водоснабжения. В связи с этим расходы, поступающие в систему канализации, можно определить по формулам 3.7 и 3.8.

$$\begin{array}{l} \text{при } q > 8 \text{ л/с} \\ \text{при } q < 8 \text{ л/с} \end{array} \quad q_k = q_i \quad (3.7)$$

$$\begin{array}{l} q_k = q_i + q_{ok} \\ \text{при } q < 8 \text{ л/с} \end{array} \quad q_k = q_i + q_{ok} \quad (3.8)$$

где q_i – расчётный максимальный секундный расход на расчётном участке водопроводной сети;

q_{ok} – расход сточных вод, величину которого следует принимать по таблице 2.1, если же на расчётном участке имеется несколько разнотипных санитарно-технических приборов, то q_{0K} принимается по прибору, у которого расход наибольший, л/с;

q_k – расчётный расход в системе канализации жилого дома (по формулам 3.7 и 3.8), л/с.

При сбросе сточных вод по канализационному стояку от большого количества приемников может возникнуть необходимость в определении пропускной способности стояка. Если количество воздуха, поступающего в стояк, меньше, чем требуется для гидравлической устойчивости присоединенных к нему сифонов, то происходит срыв гидравлических затворов. Оптимальный диаметр стояка $d_{ст}$ может быть определен в зависимости от количества сбрасываемой сточной жидкости q_k по формуле 3.9.

$$d_{ст} = 64 \cdot q \cdot k \cdot 0,363 \quad (3.9)$$

где q_k – расчётный расход в системе канализации жилого дома (по формулам 3.7 и 3.8), л/с;

64 – коэффициент пропорциональности;

0.363 – коэффициент, учитывающий движение сточных вод в стояке и дефицит воздуха в нем.

Уклон и наполнение труб внутренней канализации принимают по таблице 3.7 в зависимости от расчетного диаметра и принятого стандартного диаметра $d_{гост}$.

Таблица 3.1.1. Уклоны и наполнение труб внутренней канализации

Стандартный диаметр канализационных труб $d_{\text{гост}}$, мм	Уклон i		Наполнение трубопровода h/d
	Наименьший	Наибольший	
50	0,020	0,03	0,5
100	0,008	0,012-0,02	0,5
125	0,006	0,01	0,5
150	0,005	0,007	0,6
200	0,005	0,008	0,6

Максимальный уклон труб должен быть не больше 0,15, за исключением коротких ответвлений от приборов длиной до 1,5 м.

Скорость движения сточных вод в трубопроводах должна быть не менее 0,7 м/с (в лотках 0,8 м/с), т.е. не меньше скорости самоочищения, и не более 5 м/с.

При транспортировании незагрязненных сточных вод максимальное наполнение в трубах, независимо от их диаметра, можно принимать равным 0,8.

Пропускная способность канализационного стояка зависит от его диаметра и угла присоединения к нему отводных линий. Уменьшение угла присоединения отводных линий с 90 до 45° позволяет увеличить допустимый (критический) расчетный расход сточных вод в 2 раза (например, для стояков диаметром 50 мм с 0,65 до 1,3 л/с, диаметром 100 мм с 3,8 до 7,5 л/с, диаметром 125 мм с 6,5 до 13 л/с).

3.2. Гидравлический расчет внутренней сети канализации жилого дома

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров и уклонов для отводных горизонтальных трубопроводов.

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

Данные по пропускной способности вентилируемых и неventилируемых канализационных стояков из различных материалов приведены в прил. К табл. К.1–К.8 [1].

Диаметр вытяжной части одного канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. При объединении группы стояков единой вытяжной частью ее диаметр и диаметр сборного вентиляционного трубопровода следует принимать равными наибольшему диаметру стояка из объединяемой группы.

В зданиях допускается устройство группы (одного) невентилируемых канализационных стояков и (или) невентилируемых канализационных стояков (группы) стояков с воздушными клапанами.

Выбор расчетного уклона – i , средней скорости сточной жидкости

V , м/с, и наполнения – h/d следует производить таким образом, чтобы было выполнено условие, характеризующее режим самоочищения в безнапорном трубопроводе:

$$V = \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K$$

где h – высота наполнения трубопровода сточной жидкостью;

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

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

При этом средняя скорость движения стоков должна быть не менее 0,7 м/с (самоочищающая), а наполнение трубопроводов – не менее 0,3 м/с.

В тех случаях, когда выполнить вышеназванное условие не представляется возможным из-за недостаточного расхода сточных вод, безрасчётные участки трубопровода диаметром $d = 40-50$ мм следует прокладывать с уклоном $i = 0,03$, а с диаметром $d = 85-100$ мм прокладывают с уклоном $i = 0,02$.

Величины d , V , i , $\frac{h}{d}$ на горизонтальных участках определяют по таблице для горизонтальных трубопроводов Лукиных, прилож.6 [7].

Порядок определения расчетных расходов по участкам приведен в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1. Порядок выполнения гидравлического расчета

Определяемые значения	Расчетные формулы	Основные значения
Вероятность действия приборов	$p^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N}$	$q_{hr,u}^{tot} = 11,1 \text{ л/час}$
Вероятность использования санитарно-технических приборов	$p_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot p^{tot} \cdot q_o^{tot}}{q_{o,hr}^{tot}}$	$q_o = 0,25 \text{ лс}$ $q_{o,hr}^{tot} = 300 \text{ л/час}$
	$N \cdot p_{hr}^{tot} =$	
	$\alpha_{hr}^{tot} =$	прилож..П.2.1.
Определение расчетных расходов по участкам		
Максимальный часовой расход	$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}$	$q_{o,hr}^{tot} = 300 \text{ л/час}$
Максимальный секундный расход горизонтального участка трубопроводов	$q^{sl} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s + q_o^{s2}$	$q_o^{s2} = 1,1 \text{ л/с}$ K_s – в табл.11.2 в зависимости от числа приборов на расчетном участке и его длины

Участки определяем в зависимости от расположения стояков на горизонтальных участках (рис. 3.2.2).

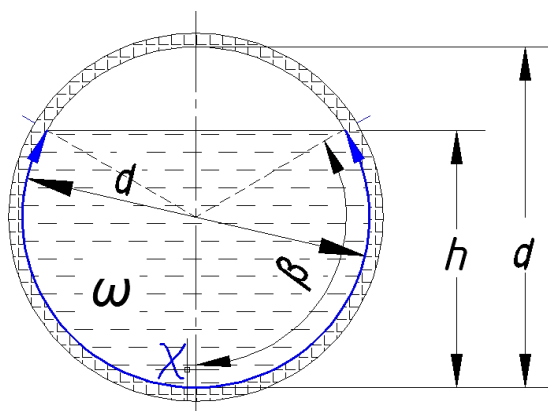


Рис.3.2.1 Схема наполнения канализационной трубы

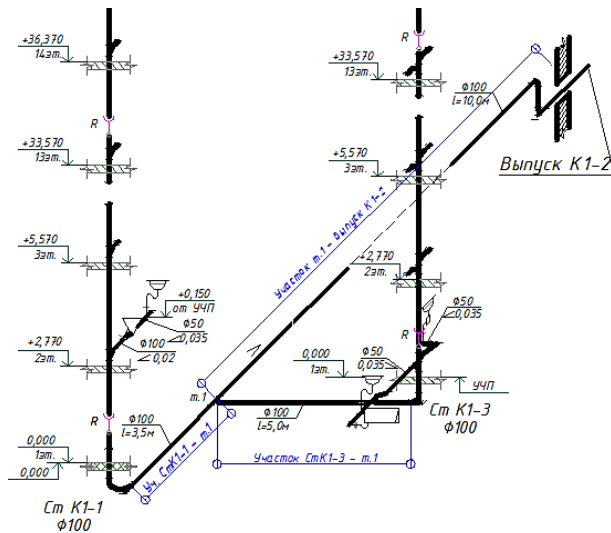


Рис. 3.2.2. Пример разбивки горизонтальных трубопроводов канализационной сети на расчетные участки

Пример выполнения гидравлического расчета:

1. Вероятность действия приборов будет равно:

$$p_{tot} = \frac{15,6 \cdot 388}{3600 \cdot 0,25 \cdot 320} = 0,021$$

где U – количество жителей в квартирах, U = 380 человек;

N – количество приборов, N = 320 шт.

Вероятность использования приборов составит

$$p_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot 0,025}{300} = 0,063$$

2. Определение расчетного расхода по участкам.

Участок от Ст. К1-3 до м1, длина L = 5,5 м.

В каждой квартире, присоединенной к Ст.К1-3 по три прибора (мойка, умывальник, ванна):

N = 3 · 17 = 51 прибор, один стояк d = 100 мм

$N p_{hr}^{tot} = 51 \cdot 0,063 \rightarrow \alpha_{hr}^{tot} = 1,917$, а $q_0^{s2} = 1,1$ л/с от ванны

$K_s = 0,57$ определено методом интерполяции по табл. 3.2.2.

Таблица 3.2.2. **Определение коэффициента K_s**

N	Значения K_s при $L_{1,м}$		
	1м	3м	5м
40	0,70	0,60	0,55
51			0,5665
100	0,77		0,64

3. Максимальный часовой расход на данном участке равен

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 1,917 = 2,88 \text{ л/с}$$

4. Максимальный секундный расход горизонтального участка трубопровода равен

$$q^{sL} = \frac{2,88}{3,6} + 0,57 \cdot 1,1 = 1,427 \text{ л/с}$$

Таким образом на участке СтК1-3-м.1. $q^{sL} = 1,427 \text{ л/с}$
 Участок от СтК1-1 до м.1: длина 5,0м

$N = 2 \cdot 17 = 34$ прибор, один стояк $d = 100\text{мм}$

$$NP_{hr}^{tot} = 34 \cdot 0,063 = 2,142 \text{ и } \alpha_{hr}^{tot} = 1,57, \text{ а } q_{hr}^{tot} = 1,57 \text{ л/с}$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 1,57 = 2,36 \text{ л/с}$$

$$q_o^{s2} = 1,6 \text{ л/с от унитаза, от одной мойки на кухне } q_o^{s2} = 0,6 \text{ л/с, } K_s = 0,59$$

$$q^{sL} = \frac{2,36}{3,6} + 0,59 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ л/с}$$

Для участка м.1 – выпуск К1-2, длиной $L = 10 \text{ м}$

Число приборов от двух стояков $d = 100 \text{ мм}$.

$$N = 51 + 34 = 85$$

$$NP_{hr}^{tot} = 85 \cdot 0,063 = 5,355 \rightarrow \alpha_{hr}^{tot} = 2,68$$

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 2,68 = 4,02 \text{ л/с}$$

$$q_o^{s2} = 1,6 \text{ л/с – от унитаза, } K_s = 0,785$$

$$q^{sL} = \frac{4,02}{3,6} + 0,785 \cdot 1,6 = 2,37 \text{ л/с}$$

Далее определяем диаметры горизонтальных участков труб по таблицам Лукиных [7] или по прилож.б.

Результаты гидравлического расчета внутренней системы канализации приведены в таблице 15.4.

Таблица 3.2.3. Таблица гидравлического расчета внутренней системы канализации

Номера расчетных участков	Длина расчетного участка	Общее число приборов	Вероятн. использования приборов	Значения				Максимальный часовой расход	Максимальный секундный расход	Диаметр	Наполнение	Скорость	Уклон	Падение уклон
				$l, м$	N	P^{tot} / hr	NP^{tot} / hr							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

На участке Ст.К1-3-м.1. максимальный секундный расход горизонтального участка $q^{sL} = 1,427$ л/с. Принимаем $d = 100$ мм, $V = 0,69$ м/с, $i = 0,02$, $h/d = 0,31$

Скорость движения стоков будет равна

$$V = \sqrt{\frac{h}{d}} = 0,69 = \sqrt{0,31} = 0,38 < 0,5$$

Условие не выполняется, следовательно, этот участок является безрасчетным, поэтому принимаем: $i=0,02$, $h/d = 0,3$, $v = 0,7$ м/с и таким образом по всем участкам.

Для участка м.1. – выпуск К1-2

$$q^{sL} = \frac{4,02}{3,6} + 0,785 \cdot 1,6 = 2,37 \text{ л/с}$$

По таблице Лукиных находим этот расход $2,37 \rightarrow 2,31$ л/с и интерполируем и определяем $I = 0,02$, $h/d = 0,4$, $v = 0,79 = 0,8$ м/с принимаем $d = 100$ мм, $v = 0,7$ м/с, $I = 0,02$, $h/d > 0,3$.

Наибольший уклон выпуска не должен превышать $i = 0,05$

Фрагмент таблиц Лукиных для определения d , v , i , h/d на горизонтальных участках.

Назначение в л/сек, λ		Уклоны в тысячных													
		10		12		14		16		18		20		25	
		q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v	q	v
0,05	0,023	0,16	0,025	0,17	0,027	0,19	0,029	0,20	0,031	0,21	0,033	0,22	0,036	0,25	
0,10	0,101	0,25	0,111	0,27	0,119	0,29	0,128	0,31	0,139	0,33	0,143	0,35	0,160	0,39	
0,15	0,235	0,32	0,257	0,35	0,278	0,38	0,297	0,40	0,315	0,43	0,332	0,45	0,372	0,50	
0,20	0,424	0,58	0,464	0,42	0,502	0,45	0,536	0,48	0,569	0,51	0,600	0,54	0,670	0,60	
0,25	0,663	0,43	0,726	0,47	0,784	0,51	0,839	0,55	0,893	0,58	0,937	0,61	1,05	0,68	
0,30	0,943	0,48	1,04	0,52	1,12	0,57	1,20	0,60	1,27	0,64	1,34	0,68	1,50	0,76	
0,35	1,27	0,52	1,39	0,57	1,50	0,61	1,61	0,66	1,70	0,70	1,80	0,73	2,01	0,82	
0,40	1,63	0,56	1,79	0,61	1,93	0,66	2,06	0,70	2,19	0,75	2,31	0,79	2,58	0,88	
0,45	2,02	0,59	2,20	0,64	2,38	0,70	2,55	0,74	2,71	0,79	2,85	0,83	3,19	0,93	
0,50	2,42	0,62	2,65	0,67	2,86	0,73	3,06	0,78	3,25	0,83	3,42	0,87	3,83	0,97	
0,55	2,84	0,64	3,11	0,70	3,35	0,76	3,59	0,81	3,80	0,86	4,01	0,90	4,43	1,01	
0,60	3,25	0,66	3,56	0,72	3,85	0,78	4,11	0,84	4,36	0,89	4,60	0,93	5,14	1,05	
0,65	3,66	0,68	4,01	0,74	4,33	0,80	4,63	0,86	4,91	0,91	5,18	0,96	5,79	1,07	
0,70	4,05	0,69	4,44	0,76	4,79	0,82	5,13	0,87	5,44	0,93	5,73	0,98	6,41	1,09	
0,75	4,41	0,70	4,84	0,76	5,22	0,83	5,58	0,88	5,92	0,94	6,24	0,99	6,93	1,10	
0,80	4,73	0,70	5,18	0,77	5,60	0,83	5,98	0,89	6,35	0,94	6,69	0,99	7,43	1,11	
0,85	5,00	0,70	5,40	0,77	5,90	0,83	6,31	0,89	6,69	0,94	7,05	0,99	7,88	1,11	
0,90	5,17	0,69	5,05	0,76	0,10	0,82	6,32	0,89	6,92	0,93	7,29	0,98	8,15	1,10	
0,95	5,20	0,68	5,70	0,74	0,15	0,80	6,38	0,85	6,98	0,91	7,35	0,95	8,22	1,07	
1,00	4,84	0,62	5,30	0,67	5,73	0,73	6,12	0,78	6,50	0,83	6,84	0,87	7,65	0,97	

3.3. Дворовая и внутриквартальная сеть водоотведения

Из здания сточные воды отводятся в наружную водоотводящую сеть через систему трубопроводов, которая, в зависимости от расположения ее на территории населенного пункта или промышленного предприятия, называется дворовой, внутриквартальной или внутриплощадочной (заводской). Дворовая сеть (рис. 61) принимает стоки от выпусков внутренней сети одного или нескольких домов. При застройке жилых комплексов и микрорайонов вместо дворовой сети устраивают внутриквартальную сеть водоотведения, принимающую стоки от всех зданий квартала и района и транспортирующую сточную воду в уличную сеть [8]. Подключение городской сети во всех случаях делается через контрольный колодец (КК), который располагается во дворе на расстоянии 1,5 - 2,0 м от красной линии застройки (т.е. КК располагается на внутри дворовой территории).

Внутриквартальная (микрорайонная) сеть обслуживает большую группу зданий и, в зависимости от размеров и положения, может приближаться к дворовой или иметь магистральную линию, к которой присоединяются боковые ответвления (дворовые сети), собирающие воду от выпусков отдельных зданий. Дворовая и внутриквартальная канализационная сеть служит для приема сточной жидкости от зданий через выпуски и транспортировки в уличную сеть.

Дворовые, внутриквартальные сети устраивают из полимерных, керамических, бетонных труб. Чугунные трубы применяют в особых условиях (вечномерзлые, просадочные грунты). Трасса дворовой и внутриквартальной сети зависит от расположения зданий, выпусков, наружной канализационной сети и других коммуникаций, рельефа местности.

Дворовая и внутриквартальная канализационная сеть прокладываются, как правило, параллельно фундаменту здания на расстоянии 3 – 5 м от него.

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).

По условиям прочистки подземных трубопроводов диаметры труб дворовой сети принимаются не менее 150 мм (даже если расхода воды недостаточно для наполнения трубопровода).

На дворовой сети устраиваются смотровые колодцы:

- в местах присоединения выпусков из зданий,
- на всех поворотах,
- в местах изменения уклонов и диаметров,
- в местах присоединения боковых ответвлений,
- на прямых участках сети для труб $D = 150$ мм не реже чем через 35 м.

Боковые линии трубопроводов к колодцам разрешается присоединять под углом не менее чем 90^0 между осями входящих и выходящих из колодца труб (рис.15.1). Трубопроводы прокладывают, как правило, параллельно зданиям по направлению к магистральным линиям и наружной сети так, чтобы направление движения стоков совпадало с уклоном местности.

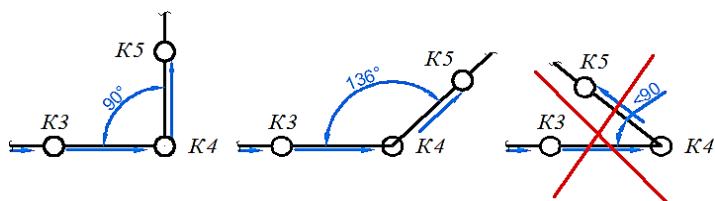


Рис.3.3.1. Схема подключения (поворотов) водоотводящей сети

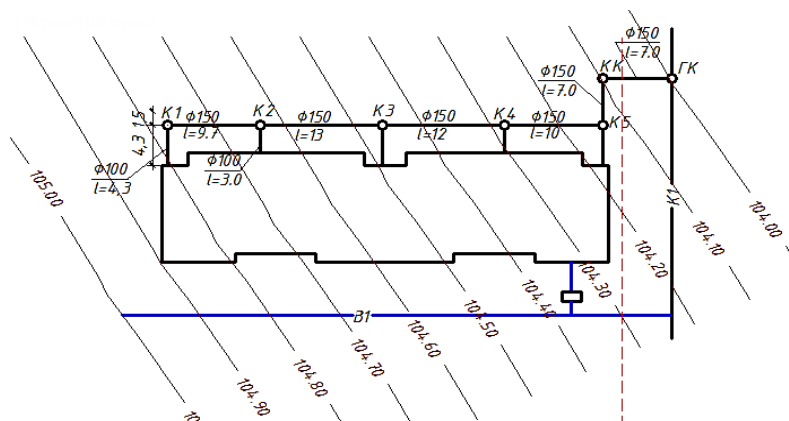


Рис. 3.3.2. План расположения сети и колодцев около жилого дома

Протяженность сети должна быть минимальной. Расстояние от стены здания принимается не менее 3-5 м, чтобы при проведении земляных работ не повредить основание здания. Расстояние между внутриквартальной сетью и другими коммуникациями принимают в соответствии с нормативными документами на составление генеральных планов. Боковые присоединения и повороты трассы должны производиться под углом не менее 90° , так как при остром угле создаются встречные потоки, происходят выпадение осадков и засорение труб. Перед присоединением к наружной сети на расстоянии 1,0-1,5 м от красной линии застройки устанавливают контрольный колодец 4 (см. рис. 61).

Присоединение к наружной сети желательно производить в одной

точке к имеющемуся колодцу. Для контроля за работой сети и ее очистки устраивают смотровые колодцы в местах присоединения выпусков, на поворотах, в местах изменения диаметров и уклонов труб, на прямых участках на расстоянии не более 35 м при диаметре труб 150 мм и 50 м - при диаметре труб 200-450 мм. Колодцы устраивают из сборных железобетонных элементов или кирпича. При диаметре труб до 200 мм и глубине колодца до 2 м диаметр его принимается 700 мм; при больших диаметрах и глубинах - 1 000 мм и более. Колодцы перекрывают чугунными люками диаметром 650 мм со съёмными крышками. На дне колодца устраивают лоток, над которым расположена рабочая камера высотой не менее 1800 мм и диаметром более 1000 мм, соединяющаяся с люком горловиной. Между рабочей камерой и горловиной находится плита. Для спуска в колодец предусматривают скобы. Диаметр и уклон труб определяют расчетом. На участках между колодцами прокладывают трубы одного диаметра с постоянным уклоном без перегибов и изломов. Трубы различного диаметра сопрягают по высоте в колодцах, обычно «шелыга в шелыгу», т.е. верхний свод обеих труб находится на одном уровне.

Начальная глубина заложения сети определяется глубиной заложения выпуска в начале сети. При необходимости (малая глубина заложения колодца наружной сети и т.д.) она может быть уменьшена, а трубы должны быть защищены от промерзания или механического повреждения. Уклон трубопровода следует выбирать с таким расчетом, чтобы заглубление труб было минимальным.

Присоединение дворовой сети к уличным коллекторам осуществляют таким образом, чтобы лотки дворовых сетей находились на одном уровне с поверхностью воды при расчетном наполнении в уличном коллекторе [8].

Гидравлический расчет дворовой и внутриквартальной сети выполняется в табличной форме (табл.15.1) по таблицам Лукиных [7]. За расчетный расход на участках принимается максимальный секундный расход сточных вод q^{sl} , определяемый по (4.4).

Степень наполнения должна быть не более 0,6, уклон от 0,007 до 0,15, скорость движения сточных вод от 0,7 до 4,0 м/с.

Расчет дворовой и внутриквартальной канализационной сети проверить на выполнении условия (4.7).

Результаты гидравлического расчета сводятся в (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1. Гидравлический расчет дворовой канализационной сети

Гидравлический расчет, высотное проектирование водоотводящих сетей													
Участок и сети	Длина участка , L, м.	Q _{расч} л/с	d _{тр.} , мм.	i _{тр}	Ско- рость V, м/с	h/d	H=i*L, м	Отметки по расчетным участкам				Глубина за- ложения трубы	
								Поверхности земли		Лотка трубы			
								нач.	кон.	нач.	кон.	нач.	кон.
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	14	15	16	17
K1-K2	9	1,14	150	0,020	0,70	0,30	0,180	115,200	115,100	113,900	113,720	1,30	1,38
K2-K3	9,7	2,46	150	0,020	0,80	0,40	0,194	115,100	115,000	113,720	113,526	1,38	1,47
K3-KK	19,2	3,6	150	0,025	0,93	0,45	0,480	115,100	115,050	113,526	113,046	1,47	2,00
KK-KГ	6	3,6	150	0,025	0,93	0,45	0,150	115,050	115,000	112,746	112,596	2,30	2,40
													2,90

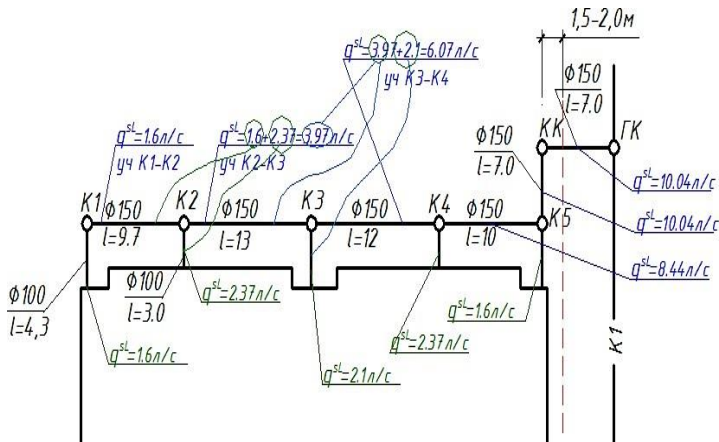


Рис.3.3.3. Схематическое определение расчетных расходов

Пример построения профиля и гидравлического расчета:

1. На генплане участка переносим выпуск;
2. Нумеруем колодцы К1, К2 ... КК, ГК (рис. 15.2). Генплан выполняем в масштабе **1:500** (рис.3.3.3.). Измеряем длины с учетом масштаба (l_1, l_2);
3. Заполнение таблицы 15.1. осуществляется в следующей последовательности:

Столбец 1 – номера участков К1-К2, К2-К3 и т.д. до КК-ГК
Столбец 2 – длины участков между колодцами.

Столбец 3 – расходы: ранее были посчитаны расходы выпусков q^{SL} . Эти расходы показаны на рис. 3.3.3. Последовательно складываем их от первого выпуска до КК (рис. 3.3.3.).

Расчет начинается с минимального уклона 0,007 при наполнении $h/d > 0,3$:

Столбец 4,5,6,7 – диаметр, уклон, наполнение трубопровода, скорость движения стоков определяется по таблицам Лукиных [7];

Столбец 8 – падение уклона, $H = i \cdot l$;

Столбец 9 – отметка земли в начале участка, $z_{н.з.}^H$ определяется по генплану;

Столбец 10 – отметка земли в конце участка, $z_{н.з.}^K$ определяется по генплану;

Столбец 11 – отметка лотка трубы в начале участка определяется

$$z_{л.тр}^H = z_{н.з}^H - h^H$$

Столбец 12 – отметка лотка трубы в конце участка определяется

$$z_{л.тр}^H = z_{н.з}^K - (i \cdot l)$$

Столбец 13 – глубина заложения трубопровода в начале участка

$$h^H = h_{пром} - 0,3$$

Столбец 14 – глубина заложения трубопровода в конце участка определяется

$$h^K = z_{н.з.}^K - z_{л.тр}^K$$

Столбец 13 – вторая точка $h_{2строчка} = h_{1строчка}^K$.

Глубина заложения трубопровода в конце участка равна глубине заложения трубопровода в начале участка (следующая строчка) и так далее.

На основании расчетов (табл.3.3.1) строится профиль дворовой канализационной сети.

Отметка лотка первого колодца определяется в зависимости от отметки лотка трубы выпуска.

На профиле дворовой канализации указываются: отметки земли, лотков труб в колодцах, глубины их заложения, диаметры, уклоны, длины и материал труб. Пример построения профиля дворовой канализационной сети приведен на рис.3.3.4

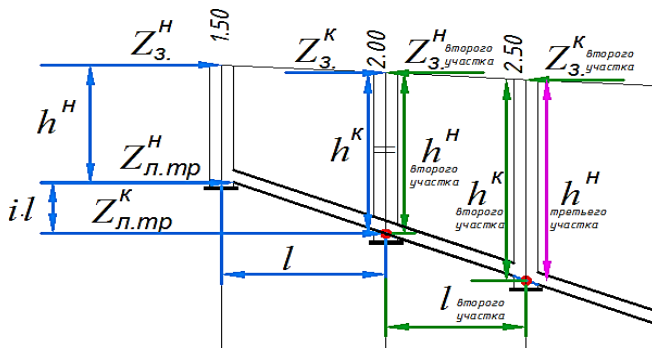


Рис.3.3.4. Схема определения высотных отметок на профиле

3.4. Построение профиля дворовой и квартальной сети

На профиле дворовой канализации указываются (рис.3.3.5):

- отметки лотков труб в колодцах;
- проектная отметка земли: может совпадать с натурной или быть выше (ниже) в зависимости от рельефа местности и прокладки трубопровода;
- натурная отметка земли (отметка по генплану рельефа местности);
- обозначение трубы и тип изоляции (поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПНД), полипропилен (ПП));
- основание – естественное с механическим уплотнением;
- длина/уклон. Уклон (из табл. 3.3.1). Длина – если с одним уклоном прокладываются все участки, то рассчитываем и записываем всю длину (пример рис. 5.5);
- расстояние – длина из табл. 3.3.1;
- номер колодца, точки, угла поворота с генплана (рис. 3.3.5.) и табл. 3.3.1;
- глубина заложения лотков труб в колодцах;
- при пересечении с сетью водоснабжения - необходимо определить место пересечения и показать его на профиле. Определить отметки труб (К1 и В1) в месте пересечения. По вертикали между В1 и К1 должно быть не менее 0,4 м. Если это условие не выполняется, прокладываем канализацию выше или (по возможности) прокладываем водопровод ниже).
- в КК (рис. 3.3.5) предусмотрен перепад, для подключения в ГК. Это не обязательное условие, вариант зависит от рельефа местности и глубин заложения внутриквартальной сети, КК и ГК. Варианты подключения к ГК показаны на рис. 3.3.6.

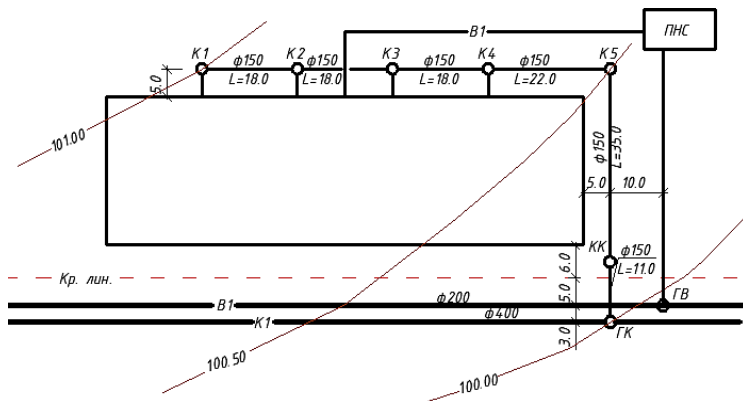


Рис.3.3.5. Пример генплана с сетями водоотведения и водоснабжения

Оптимальный вариант присоединения

Нормальный вариант присоединения

Присоединение при пересечении с водопроводом

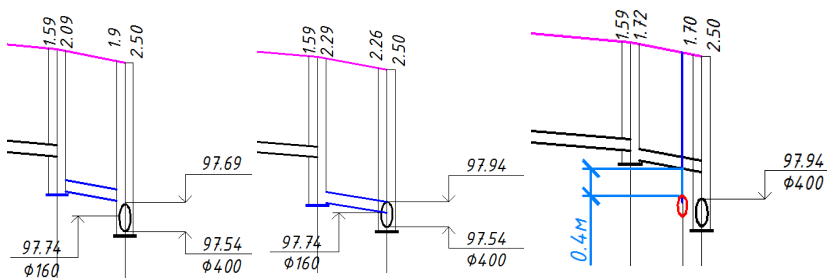


Рис. 3.3.6. Варианты подключения внутриквартирной сети к ГК

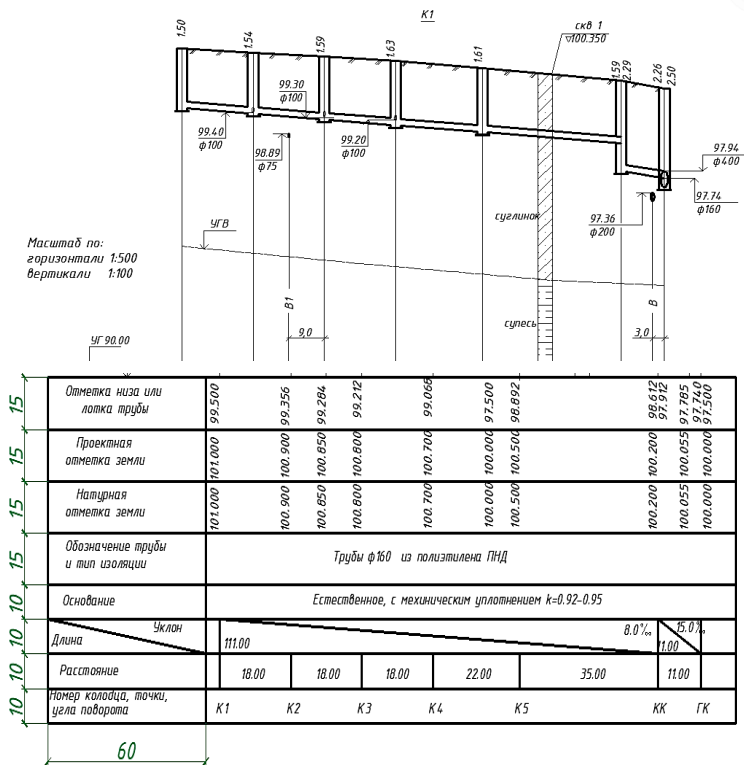


Рис.3.3.7. Пример построения профиля водоотведения

СОДЕРЖАНИЕ

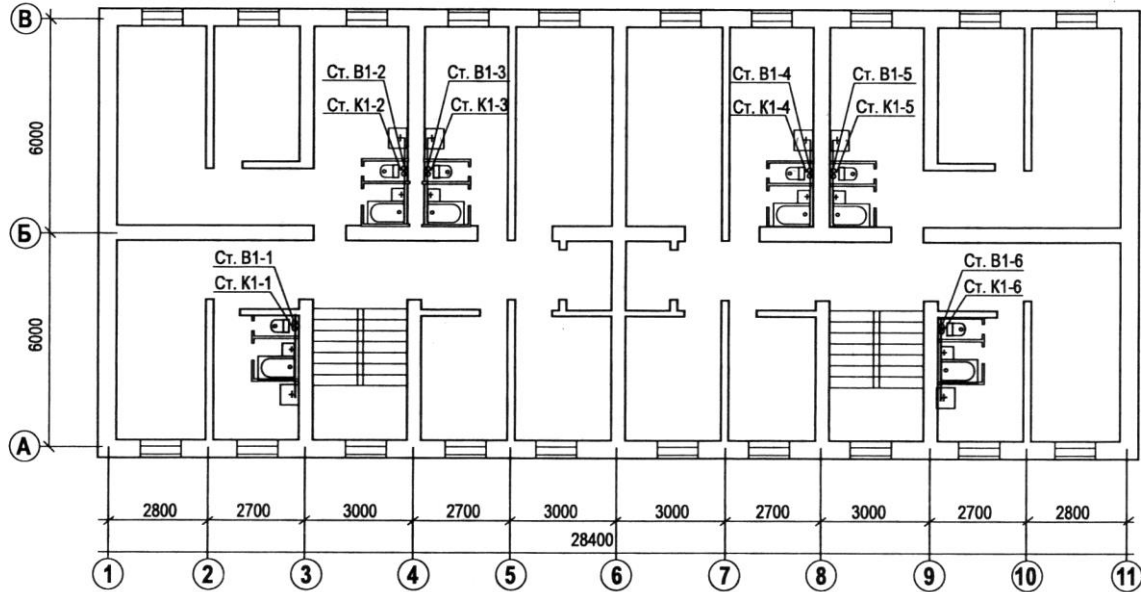
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 5	5
ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	5
1.1. Построение аксонометрической схемы водопровода..... 7	7
холодной воды	7
1.2. Определение расчетных расходов холодной воды	12
1.3. Гидравлический расчет внутреннего водопровода холодной воды по определению диаметров и потерь напора	17
на участках сети	17
1.4. Подбор счетчиков учета воды..... 22	22
1.5. Определение требуемого напора в водопроводной сети	23
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ	26
ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ	26
2.1. Построение аксонометрической схемы..... 27	27
горячего водопровода	27
2.2. Определение расчетных расходов горячей воды..... 28	28
2.3. Гидравлический расчет сети горячего водоснабжения	29
2.4. Определение потерь теплоты в системах	37
горячего водоснабжения	37
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ	42
3.1. Построение аксонометрической схемы..... 51	51
канализационного стояка	51
3.2. Гидравлический расчет внутренней сети	54
канализации жилого дома	54
3.3. Дворовая и внутриквартальная сеть водоотведения	60
3.4. Построение профиля дворовой и квартальной сети	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 71	71

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

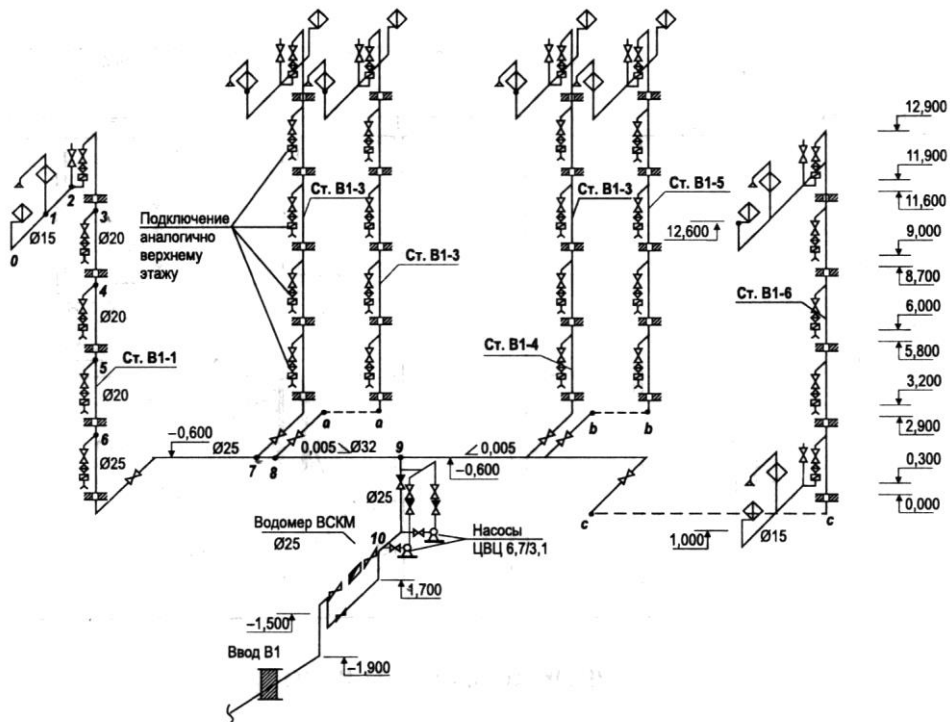
1. Белецкий, Б.Ф. Санитарно-техническое оборудование (монтаж, эксплуатация и ремонт): учеб. пособие /Б.Ф.Белецкий. Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 512с.
2. Бухаркин, Е.Н. Инженерные сети., оборудование зданий и сооружений /Е.Н. Бухаркин. М.: Высшая школа, 2008. – 608с.
3. Житенев, Б.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб. пособие /Б.Н. Житенев, Г.А. Волкова, Н.Ю. Сторожук. Минск: Выш.шк., 2008. – 191 с.
4. Казанли, Е.А. Сети водоснабжения и водоотведения из полимерных труб. Расчет, проектирование и монтаж /Е.А.Казанли, Л.В. Кулешова, Э.И. Михневич; под ред. Э.И. Михневича. – Минск, 2006. –170 с.
5. Калицун, В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учебн. пособие / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков. М.: 2001. – 336с.
6. Кедров, В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебн. для вузов /В.С.Кедров, Е.Н Ловцов. М.: ЮОО «Бастет», 2008. - 480 с.
7. Орлов, К.С. Материалы и изделия для санитарно-технических устройств и систем обеспечения микроклимата/К.С. Орлов. М.: ИНФРА-М, 2019 – 183с.
8. Помогаева, В.В. Водоснабжение и водоотведение жилого дома. Гидравлические закономерности систем водоподачи и водоотведения многоквартирного дома: учебно-методич. пособие /В.В. Помогаева. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2023.– 88с
9. СН 4.01.01 – 2019 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Минск: Мин-во Архитектуры и строительства 2020. – 450с
10. СН 4.04.02 – 2019 Канализация. Наружные сети и сооружения. Минск: Мин-во Архитектуры и строительства 2020. – 462с
11. Шевелев, Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. - 8-е изд., перераб. и доп. -М.: Стройиздат, 2008. – 352 с.
12. Флегонтов, И.В. Водоснабжение и водоотведение: учебн. пособие/И.В. Флегонтов, Е.В.Куц, И.И. Суханова. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2009.–100с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

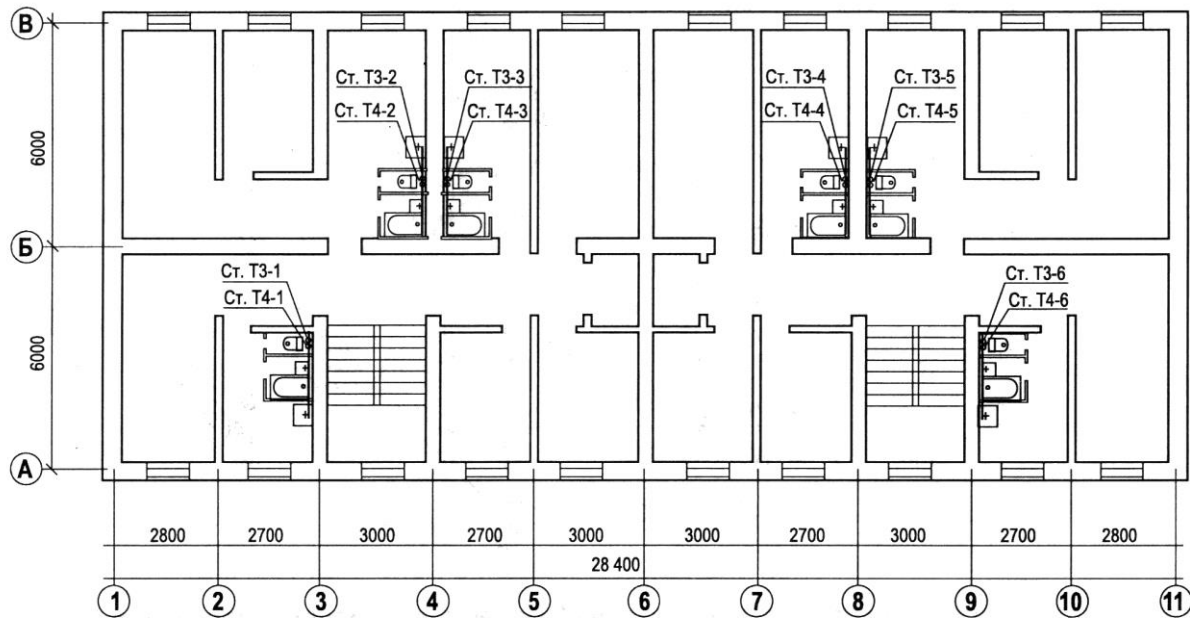
План типового этажа М 1:100



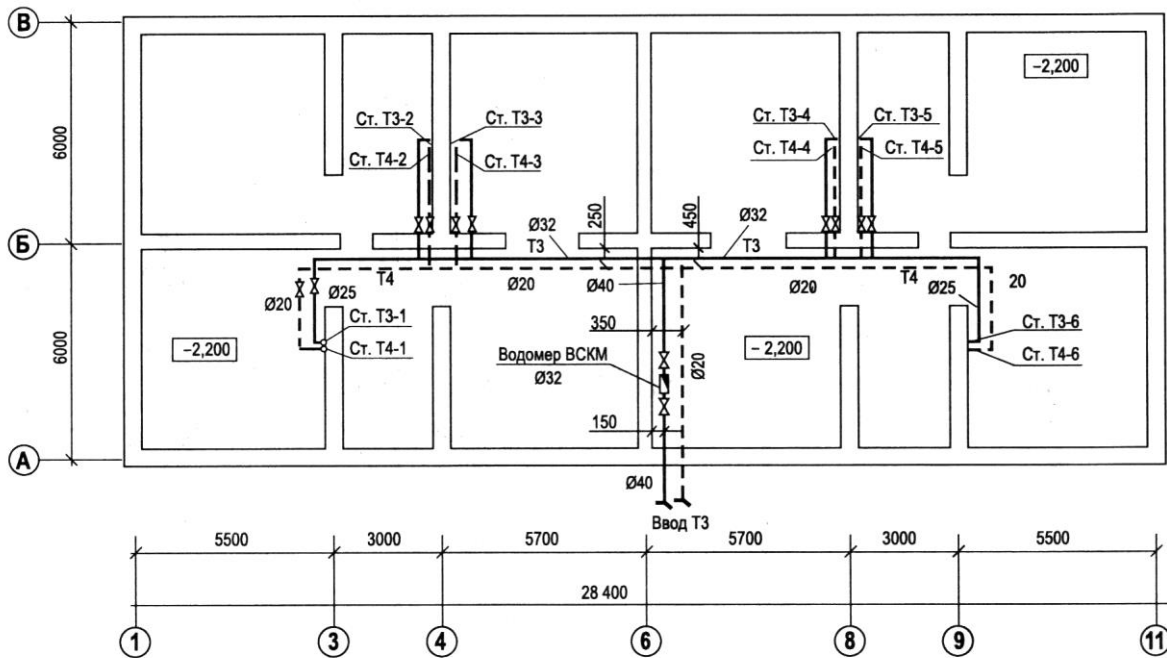
АксонOMETрическая схема внутреннего холодного водопровода М 1:100



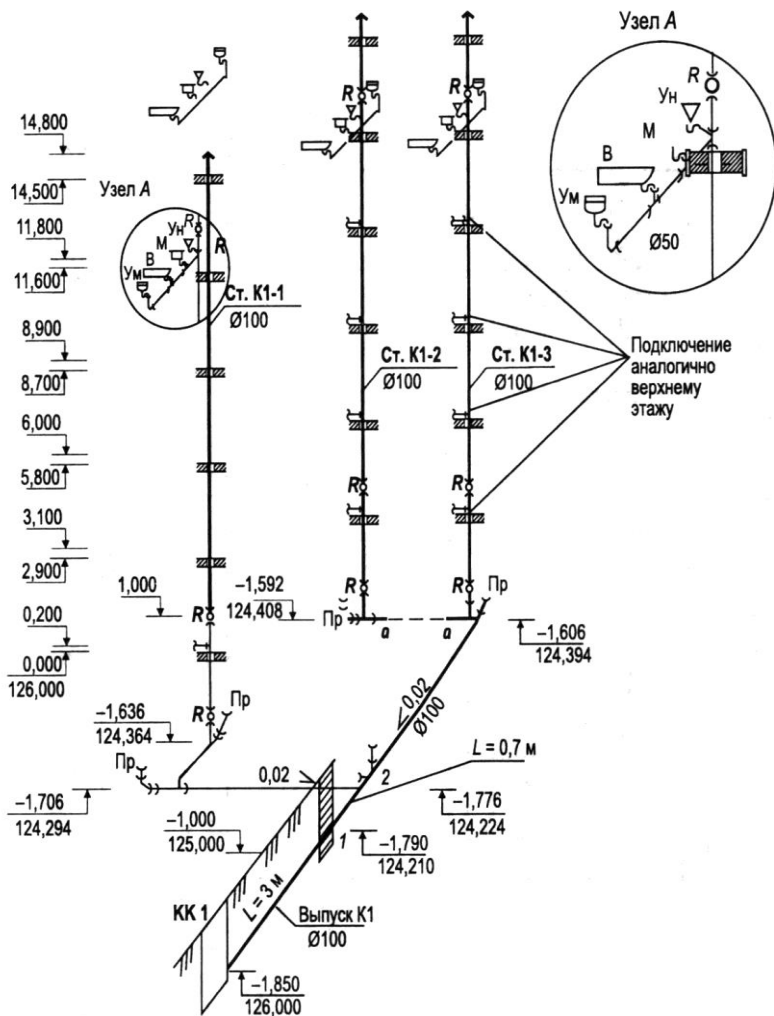
План типового этажа М 1:100



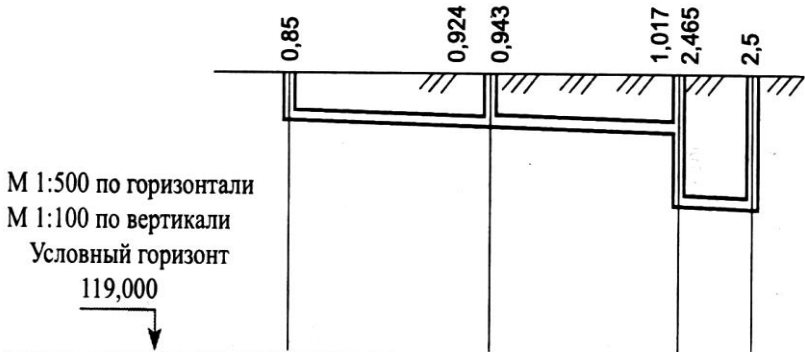
План подвала М 1:100



АксонOMETрическая схема внутренней канализации М 1:100

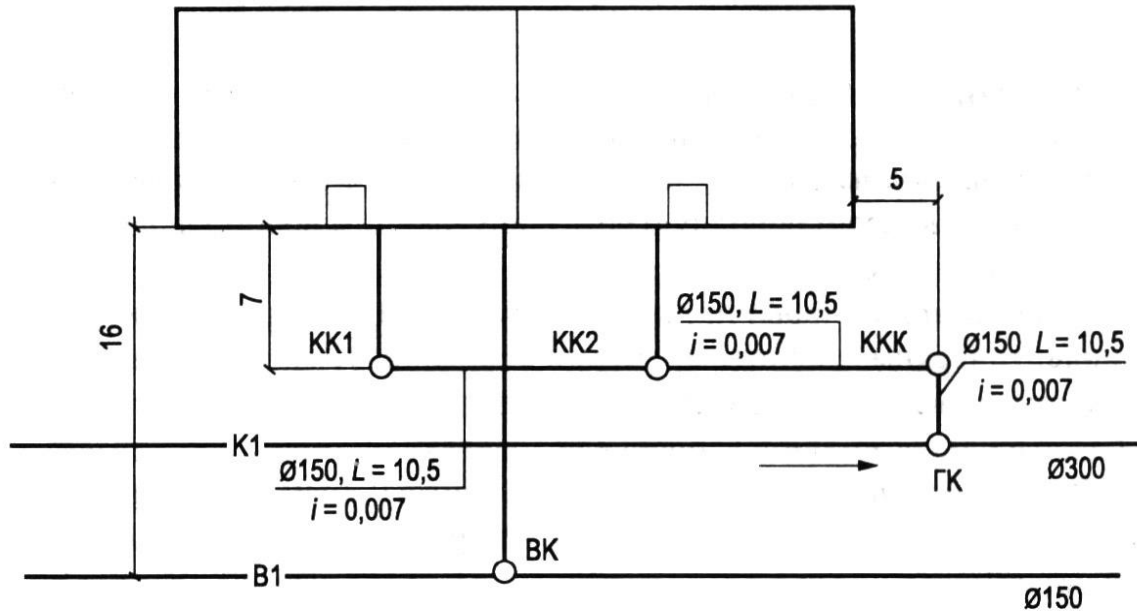


Профиль внутриквартальной канализационной сети



Отметки лотка трубы	124,15	124,076 124,057	123,983 122,535	122,500
Проектные отметки поверхности земли	125	125	125	125
Натурные отметки поверхности земли	125	125	125	125
Обозначенные трубы и тип изоляции	Трубы керамические Ø150 (ГОСТ 286-82)			
Основание	Естественное			
Длина, м / Уклон	24			0,007
Расстояние, м	10,5	10,5	5	
Номер колодца	КК1	КК2	ККК	ГК

Генплан участка М 1:500



Учебно-методическое издание

Васильева Наталья Васильевна
Боровиков Алексей Александрович

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

Методические указания
для курсового проектирования
по дисциплине «Водоотведение»

Редактор
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Компьютерный набор и верстка *С. Б. Даньковой*

Подписано в печать 26.09.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 4,84.
Тираж 30 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.