ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ОБРАЗОВАНИЮ
**ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТРАНСПОРТА
И СТРОИТЕЛЬСТВА**

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

Г.Н. Музалевская

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

Методические указания
по выполнению курсовой работы на тему:
«Санитарно-техническое оборудование
многоэтажного жилого здания»

Дисциплина – «Водоснабжение и водоотведение»
Специальности:

270102 «Промышленное и гражданское строительство»
270105 «Городское строительство и хозяйство»
270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
270114 «Проектирование зданий»
270115 «Экспертиза и управление недвижимостью»
270100 «Строительство»

**Печатается по решению редакционно-
издательского совета ОрелГТУ**

Орел 2007

Автор: доцент кафедры «Городское строительство и хозяйство» Г.Н. Музалевская

Рецензент: к.т.н., доцент, зав кафедрой «Городское строительство и хозяйство» А.И. Никулин

Методические указания предназначены для студентов специальностей: 270102 «Промышленное и гражданское строительство», 270105 «Городское строительство и хозяйство», 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция», 270114 «Проектирование зданий», 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью», 270100 «Строительство» выполняющих курсовую работу по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение».

В указаниях даются рекомендации к выполнению курсовой работы на тему «Санитарно-техническое оборудование многоэтажного жилого здания».

Редактор М.В. Одолеева
Технический редактор Т.П. Прокудина
Орловский государственный технический университет
Лицензия ИД № 00670 от 05,01,200 г.
Подписано к печати Формат 6084 1/16
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,5 Усл. печ. л. 2,5 Тираж 100 экз
Заказ № _____
Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ОрелГТУ,
302020,г. Орел, Наугорское шоссе, 29

© ОрелГТУ, 2007
© Г.Н. Музалевская

Содержание

Введение…….…….7

1 Задание на выполнение курсовой работы…….……8

1.1 Исходные данные для проектирования……..8

1.2 Содержание и объем курсовой работы……..9

2 Расчет внутреннего водопровода…….11

2.1 Системы и схемы внутреннего водопровода. Выбор его схемы ……..11

2.2 Размещение оборудования и трассировка водопроводных сетей внутри здания ……..18

2.3 Гидравлический расчет водопроводной сети…….21

2.4 Выбор расчетного направления движения воды на аксонометрической схеме ……23

2.5 Определение расчетного расхода холодной воды…….23

2.6 Определение диаметров трубопроводов на расчетных участках ……...25

2.7 Определение потерь напора на расчетных участках ……..26

2.8 Выбор счетчика воды и определение потерь напора в нем ……...28

2. 9 Определение требуемого напора для внутреннего водопровода ……....29

2.10 Подбор насосной повысительной установки...……31

2.11 Расчет водонапорных баков……...32

3 Расчет внутренней канализации……...……..34

3.1 Системы внутренней канализации, их устройство и основные элементы……..34

3.2 Трассировка сети внутренней канализации……..……..36

3.3 Гидравлический расчет сети внутренней канализации ……..…….42

3. 4 Конструирование системы внутренней канализации здания и подбор

диаметров ее трубопроводов ……42

3.5 Определение расчетного расхода сточных вод.....43

3.6 Определение скорости движения сточных вод в горизонтальных трубопроводах....44

3.7 Определение уклона горизонтальных трубопроводов ……..45

3.8 Проверка пропускной способности трубопроводов канализационной сети……47

4 Гидравлический расчет дворовой канализационной сети и построение ее профиля …..48

4.1 Построение продольного профиля дворовой канализационной сети ……..51

Литература……..55

Приложение А Исходные данные к курсовой работе……56

Приложение Б Планы типовых этажей…….58

Приложение В Генпланы участков……63

Приложение Г Спецификация материалов и оборудования по ВК……..……65

Приложение Д Гидравлический расчет внутреннего водопровода …..……67

Приложение Е Гидравлический расчет внутренней канализации ……..68

Приложение Ж Гидравлический расчет дворовой канализационной сети ….....69

Приложение И Значения безразмерных величин α и α_{hr}……70

Приложение К Характеристика водомеров……..71

Приложение Л Таблица для гидравлического расчета……..72

Приложение М Форма титульного листа……..74

Введение

Настоящие методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении ими курсовой работы.

Эффективность систем водоснабжения и канализации, их технико-экономические характеристики во многом зависят не только от принятых схем, правильного монтажа, наладки и эксплуатации, но и от выбранной методики расчета и достоверности проведенных расчетов. Поэтому курсовое проектирование, включающее вопросы расчета, конструирования и эксплуатации систем водоснабжения и канализации играет важную роль в подготовке инженеров по специальности «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство и хозяйство», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Проектирование зданий», «Экспертиза и управление недвижимостью».

Устройство данных систем и их отдельных элементов характеризуется высокой степенью сложности: большим разнообразием схем, использованием приборов для регулирования и контроля их работы.

Курсовое проектирование позволяет студентам получить более полное представление о физической сущности протекающих процессов, теоретических положений, взаимосвязи отдельных элементов систем, числовых значений отдельных расчетных коэффициентов и их соотношения в зависимостях.

1 Задание для выполнения курсовой работы

В курсовой работе необходимо:

– рассчитать и запроектировать системы внутреннего водопровода и канализации жилого здания;

– рассчитать дворовую канализационную сеть и построить продольный профиль.

1.1 Исходные данные для проектирования

Исходные данные для проектирования приведены в приложениях А, В.

При выполнении курсовой работы необходимо учитывать следующее:

- планировка этажей здания однотипная;
- техподполье расположено под всем зданием;
- поверхность земли участка имеет уклон в сторону проектируемого проезда;
- здание имеет две секции (вторая секция здания расположена зеркально относительно заданной);
- толщина перекрытия – 0,5м;
- высота теплого чердака - 1,8м;
- водоснабжение здания осуществляется от городского водопровода;
- гарантийный напор задан от уровня земли в месте присоединения ввода к уличной сети водопровода;
- отвод сточных вод от жилого здания проектируется в уличную городскую канализационную сеть;
- расположение колодцев на городских сетях водопровода и канализации назначается студентом;
- централизованное горячее водоснабжение в данной курсовой работе не выполняется.

1.2 Содержание и объем курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части проекта.

1.2.1 Расчетно-пояснительная записка

Текст расчетно-пояснительной записки может выполняться как машинописным, так и рукописным способом, а также с применением ЭВМ. Пояснительную записку выполняют на листах формата А4 (210×297). Каждый ее лист должен быть оформлен рамкой и иметь основную надпись. Записка начинается с титульного листа (приложение И). Расстояние от внутренней рамки листа до границ текста следует оставлять: в начале строк – не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней внутренней рамки листа должно быть не менее 10 мм, абзацы в тексте – 15-17 мм. Страницы записки должны быть пронумерованы и иметь штамп основных надписей для текстовых документов согласно требованиям Гост 21.101-97 « Основные требования к проектной и рабочей документации». Объем записки 20-30 страниц. Рекомендуется следующая структура записки:

- титульный лист (см. приложение И).
- содержание;
- задание и исходные данные для выполнения курсовой работы;
- введение;
- описание внутренних систем водоснабжения и канализации жилого здания;
- описание дворовой канализационной сети;
- расчет внутреннего водопровода;
- расчет внутренней канализации;
- расчет дворовой канализации;
- построение продольного профиля дворовой канализационной сети;
- спецификация оборудования и материалов по водопроводу и канализации (см. приложение Г).
- список литературы.

1.2.2 Графическая часть проекта

Графический материал включает в себя следующие чертежи:

1) план типового этажа здания в масштабе 1:100;

2) план технического подполья здания в масштабе 1:100;

3) аксонометрическую схему внутреннего водопровода в масштабе 1:100;

4) аксонометрическую схему внутренней канализации в масштабе 1:100;

5) генплан участка застройки объекта в масштабе 1:500;

6) продольный профиль дворовой канализационной сети с горизонтальным масштабом 1:500 и вертикальным масштабом 1:100.

На генплане участка показываются:

- трубопроводы городского водопровода и канализации;
- ввод водопровода с колодцем в месте его присоединения к наружному водопроводу;
- дворовая канализационная сеть с выпусками и колодцами.

На плане технического подполья здания показываются:

- ввод водопровода;
- водомерный узел;
- магистральные трубопроводы;
- поливочные краны;
- водопроводные и канализационные стояки;
- выпуски канализации с колодцами.

На плане типового этажа показываются:

- водопроводные и канализационные стояки;
- подводки ко всем водоразборным приборам;
- отводные трубопроводы канализации;
- привязки ввода водопровода и выпусков канализации к координационным осям здания;

- диаметры трубопроводов, вводов водопровода и выпусков канализации.

На аксонометрической схеме внутреннего водопровода показываются:

- вводы с указанием диаметров и отметок осей трубопроводов в местах их пересечения с осями наружных стен здания;
- магистральные трубопроводы, стояки и ответвления к водопотребителям с указанием диаметров и отметок осей магистральных трубопроводов;
- размеры горизонтальных участков трубопроводов при наличии разрывов;
- запорно-регулирующая арматура, пожарные и поливочные краны, водопроводное оборудование, водомерные узлы, контрольно-измерительные приборы, переходы с одного диаметра на другой, тройники с пробками для спуска воды и другие элементы систем согласно ГОСТ 21.101-85.

На аксонометрической схеме внутренней канализации показываются:

- выпуски с указанием диаметров, уклонов трубопроводов, длины и отметок лотков трубопроводов в местах пересечения с осями наружных стен зданий,
- отводные трубопроводы с указанием диаметров, с указанием диаметров, уклонов трубопроводов, длины и отметок лотков трубопроводов;
- размеры горизонтальных участков трубопроводов при наличии разрывов;
- стояки с указанием диаметров;
- санитарные приборы, воронки, смотровые и ревизионные колодцы (для наружной канализации), прочистки, ревизии, гидрозатворы, переходы с одного диаметра на другой и другие элементы системы.

На планах и схемах указываются обозначения элементов систем водопровода и канализации (санитарных приборов, стояков, колодцев и т.д.) и проставляют их порядковые номера.

Графическая часть должна быть выполнена в карандаше или на компьютере на одном листе чертежной бумаге формата А1.

Целесообразно планы типового этажа и технического этажа расположить с левой стороны чертежа один под другим, с правой стороны - аксонометрические схемы водопровода и канализации. Затем вычерчивается генплан участка и продольный профиль дворовой канализации. Согласно ГОСТ 21.101-97 «Основные требования к проектной и рабочей документации», рабочие чертежи систем внутреннего водопровода и канализации имеют марку ВК (условное обозначение). Состав и правила выполнения чертежей марки ВК устанавливает ГОСТ 21.801-85 «Водопровод и канализация. Рабочие чертежи»

Трубопроводы и их элементы, запорно-регулирующую арматуру, санитарно-технические приборы и оборудование на чертежах принято изображать схематически, в виде условных обозначений, согласно ГОСТ 21.106-78, ГОСТ 2.784-70, ГОСТ 2.785-70, ГОСТ 2.786-70.

Следовательно, хозяйственно-питьевой водопровод на чертежах планов и схем систем имеет обозначение В 1, а бытовая канализация – К1. Буквенно-цифровые обозначения (В1 и К1) проставляются в разрывах линий трубопроводов. Допускается, при необходимости, проставлять их на полках линий-выносок. Водопроводные и канализационные стояки, соответственно, нумеруются: например

- ----------В 1----------
- ----------К 1----------
- -Ст.В1-1,Ст.В1-2, Ст.В1-3 ит.д.

(цифры после знака тире – порядковый номер стояка).

Ввод водопровода В1-1, канализационные выпуски К1-1, К1-2 (цифры после знака тире – порядковый номер элемента).

2 Расчет внутреннего водопровода

Проектирование систем внутреннего водопровода в зданиях различного назначения выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85 при наличии всех планировочно-архитектурных решений здания, а также необходимых поэтажных планов и разрезов.

Расчет системы внутреннего водопровода начинается с выбора её схемы размещения оборудования и трассировки трубопроводов внутри здания.

2.1 Системы и схема внутреннего водопровода

Выбор его схемы

Система холодного водоснабжения, называемая обычно внутренним водопроводом, в общем случае включает в себя следующие элементы:

– ввод (один или несколько);

– водомерный узел (один или несколько);

– разводящая сеть (сеть магистральных трубопроводов);

– распределительные трубопровода (стояки);

– подводки к водоразборных устройствам (санитарным приборам)

– арматура;

– установка для повышения напора (насосную или пневматическую);

– запасные и регулирующие емкости.

Ввод – это участок трубопровода, соединяющий наружную водопроводную сеть водомерный узел.

Водомерный узел предназначен для измерения количества воды, подаваемой в здание. Его основными элементами являются счетчик расхода воды (водомер) и арматура для отключения этого счетчика. Различают водомерные узлы простые (без обводной линии) и с обводной линией.

Магистральные трубопроводы (разводящая сеть) соединяют водомерный узел (повысительную установку) с вертикально расположенными стояками. Они служат для распределения воды между этими стояками.

Стояки (распределительные трубопроводы) представляют собой вертикальные участки внутреннего водопровода, по которым вода поднимается на соответствующую высоту (этаж).

К *водоразборной арматуре* (санитарным приборам) относятся различные краны, смесители для ванн, умывальников, моек, поплавковые клапаны для смывных бачков унитазов.

Арматура в зависимости от назначения различается: запорная, регулируемая, водоразборная, предохранительная.

Установка для повышения напора воды предусматривается в том случае, если напор в наружном водопроводе недостаточен для подачи воды к высокорасположенным потребителям. Повысительные установки размещают после водомерного узла. Наиболее широкое распространение получили насосные повысительные установки, оборудованные двумя центробежными насосами (один – рабочий, второй – запасной).

Запасные и регулирующие емкости предназначены для создания запаса воды в системе для бесперебойного снабжения потребителей.

Емкости используются в случае аварии или в случае снижения напора в наружном водопроводе ниже требуемого для здания в часы наибольшего водопотребления.

Емкости выполняет в виде водонапорных или гидропневматических баков. Водонапорные баки устанавливают в самой высокой точке здания. Гидропневматические баки размещают на уровне земли или ниже его.

По назначении системы водоснабжения зданий подразделяют на системы:

– хозяйственно-питьевые;

– производственные;

– противопожарные.

Часто устраивают объединенные системы: хозяйственно – питьевые – противопожарные, производственно-противопожарные и др.

Выбор системы внутреннего водопровода определяется назначением здания и технико-экономическими соображениями.

Согласно СНиП 2.04.01-85, в жилых зданиях высотой до 12 этажей предусматривает только системы хозяйственно – питьевой – противопожарной. В жилых зданиях в 12 этажей и выше, в общежитиях, гостиницах и ресторанах в 4 этажа и выше устраивают хозяйственно – питьевые – противопожарные водопроводы.

Для нормальной работы внутреннего водопровода на вводе в здание должен быть создан такой напор, который обеспечивал бы подачу нормативного расхода воды к наиболее удаленному и высокорасположенному (диктующему) водоразборному устройству. Этот напор называется требуемым $H_{тр}$. Минимальный напор в наружном водопроводе у места присоединения ввода (у трубы или на поверхности земли) называют гарантийным $H_{гар}$. В практике могут иметь место следующие случаи:

$H_{гар} > H_{тр}$; $H_{гар} = H_{тр}$; $H_{гар} < H_{тр}$.

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

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

1) действующая под напором в наружном водопроводе;
2) с водонапорным баком без повысительной насосной установки;
3) с повысительной насосной установкой без водонапорного бака;
4) с водонапорным баком и повысительной насосной установкой;

5 с повысительными насосами и пневматической установкой.

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

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

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

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

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

В зависимости от режима водопотребления и назначения здания, а также от технологических и противопожарных требований, сети внутреннего водопровода бывают:

– тупиковые;

– кольцевые;

– комбинированные;

– зонные.

Тупиковые сети применяются главным образом в зданиях, где допускается перерыв в подаче воды в случае аварии. Это могут быть жилые, административные, а иногда и производственные здания.

Кольцевые сети устраиваются в тех зданиях, в которых необходимо обеспечить надежное и бесперебойное снабжение потребителей водой как правило, это многоэтажные здания, здания с противопожарным водопроводом, производственные здания и т.д. Для повышения надежности кольцевые сети присоединяют к наружному водопроводу несколькими вводами.

Комбинированные сети, состоящие из кольцевых и тупиковых магистральных трубопроводов, применяются в крупных зданиях с большим разбросом водоразборных устройств и потребляющих значительное количество воды (прачечные, бани, промышленные предприятия и др.).

Зонные водопроводы устраиваются в основном в высотных зданиях (жилых в административных, гостиницах и др.). Каждая зона обслуживает от 10 до 14 этажей. Нижняя зона работает под напором наружного водопровода и обычно имеет нижнюю разводку магистральных трубопроводов. Верхняя зона имеет верхнюю разводку и работает от повысительных насосов. Разбивка на зоны необходима потому, что гидростатическое давление в сети по условиям прочности трубопроводов и арматуры не должно превышать более 60 м.

По расположению магистральных трубопроводов системы внутренних трубопроводов бывают с нижней и верхней разводкой.

При *нижней разводке* магистральные трубопроводы прокладывается в подвале, подполье или под полом первого этажа. Схемы тупиковой сети с нижней разводкой магистральных трубопроводов наиболее часто применяются в жилых домах, имеющих подвалы (технические подполья).

Схема *с верхней разводкой* предусматривает прокладку магистральных трубопроводов на чердаке или под потолком верхнего этажа. Эта схема применяемся обычно в промышленных и производственно-коммунальных зданиях, а также в верхних зонах системы высотных зданий.

В целом схема сети внутреннего водопровода выбирается с учетом размещения водоразборных устройств в планах каждого этажа, режимов подачи и потребления воды, надежности снабжения потребителей водой, а также технико-экономической целесообразности. Особое внимание при проектировании уделяется рациональному размещению санитарно-технических устройств. Например, санитарные узлы и водоразборную арматуру группируют поэтажно, располагая их друг над другом, трубопроводы прокладывают по кратчайшему расстоянию.

Учитывая приведенные выше рекомендации, для указанного в задании здания выбирается схема системы внутреннего водопровода. Для жилых зданий относительно небольшой этажно-

сти с техническим подпольем можно принять тупиковую схему водопровода с одним вводом и нижней разводкой магистральных трубопроводов.

2.2 Размещение оборудования и трассировка водопроводных сетей внутри здания

Правильный выбор мест установки оборудования и прокладки сети внутреннего водопровода существенно снижает стоимость устройства системы и облегчает её эксплуатацию.

Вводы диаметром 50 мм и более выполняются из чугунных раструбных водопроводных труб. При устройстве вводов диаметром менее 50 мм применяются стальные трубы с противокоррозионной битумной изоляцией и стальные оцинкованные трубы. Кроме того, вводы диаметром до 100 мм могут устраиваться из пластмассовых труб.

Присоединение ввода к наружной сети целесообразно делать в местах наиболее близко расположенных к зданию, где гарантийный напор имеет наибольшее значение. В месте присоединения ввода к сети наружного водопровода устраивают колодец диаметром не менее 700 мм**,** в котором размещают запорную арматуру (вентиль или задвижку). Вводы к наружной сети присоединяют под прямым углом и перпендикулярно подводят к фундаменту здания.

Глубину заложения труб ввода принимают в зависимости от глубины заложения сети наружного водопровода и обязательно ниже глубины промерзания грунта. Наименьшая глубина укладки труб ввода (при отсутствии промерзания грунта) составляет 1 м. Ввод прокладывают с уклоном не менее 0,003 м в сторону наружной сети для возможности его опорожнения.

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

При пересечении водопроводных и канализационных трубопроводов первые прокладывают выше вторых на 0,4 м (расстояние в свету); при меньшем расстоянии между ними водопроводные

трубы должны быть уложены в металлическую гильзу с вылетом в сухих грунтах по 0,5 м в обе стороны от точки пересечения, а в мокрых грунтах – по 1 м.

Водомерный узел размещается нежилом, теплом помещении, в легкодоступном месте для осмотра, вблизи наружной стены здания. Такими помещениями, как правило, являются подвалы или технические подполья зданий, а также коридоры и лестничные площадки, в которых устраивают приямки под водомерные узлы. При наличии повысительной насосной установки водомерные узлы устанавливают перед насосами.

Магистральный трубопровод в жилых и общественных зданиях при нижней разводке прокладывается в техническом подполье, подвальном или техническом этаже, а при их отсутствии – в подпольных каналах первого этажа. В указанных помещениях магистральный трубопровод размещается ниже потолка на 40-50 см вдоль внутренней капитальной стены с уклоном 0,003-0,005 м в сторону ввода. Подъем магистрального трубопровода вверх к потолку помещения осуществляется сразу же после водомерного узла.

Стояки можно прокладывать открыто по стенам и перегородкам санузлов, умывальных, душевых, кухонь и других помещений. В помещениях, к отделке которых предъявляются повышенные требования, трубопроводы прокладывают скрыто (в бороздах, шахтах и др.).

Подводки к приборам прокладываются над полом на высоте 20-30 см с вертикальным подъемом труб к каждой водоразборной точке. Их диаметр определяется по Приложению 2 [1].

Подводка водопровода к поливочным кранам производится от магистрали в технической подполье (подвале) с уклоном 0,005 м в сторону отпуска воды.

Водоразборная арматура служит для отбора воды из сети. К ней относятся: краны (водоразборные, пожарные, туалетные, поливочные, писсуарные, банные, смывные и др.), смесители и поплавковые клапаны.

Запорная арматура служит для выключения отдельных участков сети при необходимости ее ремонта. К опорной арматуре относятся пробковые проходные краны, задвижки, запорные

вентили, автоматические закрывающиеся клапаны, предназначенные для перекрытия отдельных участков сети, и др.

В системах хозяйственно-питьевого водопровода запорная арматура устанавливается на каждом вводе в здание, у основания стояков в зданиях, на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов, на кольцевой магистральной сети, на ответвлениях в каждую квартиру, на подводках к водонагревательным приборам, на ответвлениях, питающих более трех водоразборных устройств.

Задвижки устанавливаются на трубопроводах диаметром 50 мм и более. Пробковые краны используют при давлениях не более 1 МПа (10 кгс/см^2).

Регулировочная арматура применяется в случае необходимости регулирования расхода и поддержания определенного напора в сети. К ней относятся регуляторы давления и регулировочные вентили. Регуляторы давления (напора) устанавливаются на вводах в здания, в квартиры, на этажах многоэтажных зданий. Они понижают давление и поддерживают его после себя.

К предохранительной арматуре относятся клапаны предохранительные и обратные.

Первые обеспечивают в сети или перед приборами напор, не превышающий заданный. Вторые обеспечивают движение воды в трубопроводе только в одном направлении. Обратные клапаны устанавливают, например, на вводах, на обводной линии у повысительных насосов, а также при наличии в системе водонапорного бака.

Повысительные установки размещаются в сухих и теплых изолированных помещениях. Такими помещениями являются: первый или подвальный этаж здания, помещения тепловых пунктов, бойлерных или котельных и др.

Отдельно стоящие помещения для насосов проектируются в том случае, когда в зданиях недопустимо распространение шума и невозможно их размещение под подсобными помещениями. Не допускается размещение насосных установок под жилыми квартирами, детскими комнатами, аудиториями учебных заведений и другими помещениями с длительным пребыванием людей.

При проектировании и монтаже насосных установок предусматривают ряд технических решений (амортизаторы, виброоснования и др.), снижающих уровень шума и предупреждающих распространение вибраций от работающих насосов. Водонапорные баки в жилых зданиях обычно устанавливают в наиболее высоко расположенных точках. Они бывают круглой и прямоугольной формы, металлическими или железобетонными. Ёмкость бака определяется расчетом. Установку баков выполняет в соответствии с указаниями СНиП 2.04.01-85.

2.3 Гидравлический расчет водопроводной сети

Назначение гидравлического расчета – это определение диаметров трубопроводов, потерь напора в них и требуемого напора в наружной сети у ввода в здание.

Гидравлический расчет внутреннего водопровода выполняют в следующей последовательности:

– по аксонометрической схеме и генплану намечается расчетная точка и расчетное направление движения воды от ввода до расчетной точки;

– расчетное направление разбивают на расчетные участки, отделяя их друг от друга узловыми точками;

– определяется расчетный расход воды в расчетных участках;

– по расчетному расходу воды, учитывая рекомендуемые скорости ее движения, подбирается диаметр трубопроводов на расчетных участках;

– по расчетному расходу и диаметру определяются потери напора в расчетных участках;

– подбирается счетчик воды и определяется потеря напора в нем;

– определяется требуемый напор $H_{тр}$ для внутреннего водопровода;

– сравнивается полученное значение $H_{тр}$ с заданным значением $H_{гар}$ и определяется необходимость установки повысительных насосов;

– при необходимости осуществляется подбор насосов и запасных водонапорных баков.

Результаты расчета заносятся в таблицу, форма которой приведена в Приложении Д.

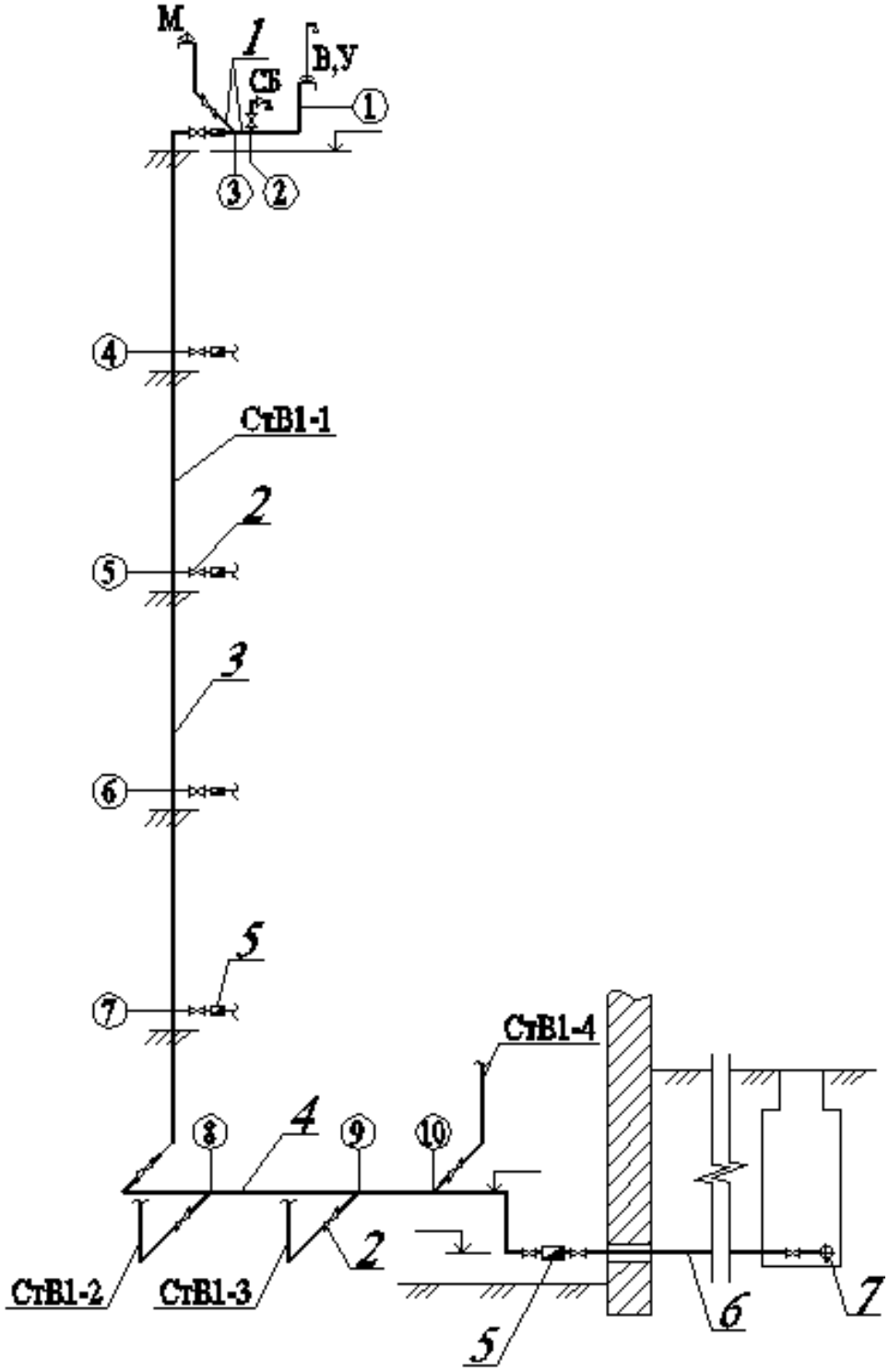

Рис. 1 – Аксонометрическая схема системы водоснабжения здания по расчетному направлению (тупиковая сеть с нижней разводкой):

М – мойка, СБ – смывной бачок унитаза, В – ванна, У – умывальник, 1 – подводки к водоразборным устройствам мойки, смывного бачка, ванны, умывальника, 2 – запорная арматура, 3 – стояки, 4 – магистральный трубопровод, 5 – водомеры, 6 – ввод, 7 – наружный водопровод

2.4 Выбор расчетного направления движения воды на аксонометрической схеме

Расчетное направление движения воды – это направление от ввода до диктующего водоразборного устройства (прибора). В качестве диктующего прибора принимается наиболее высоко расположенный прибор у самого удаленного и нагруженного стояка. При наличии нескольких одинаково удаленных и высоко расположенных приборов за диктующий прибор принимается водоразборное устройство с наибольшей величиной свободного напора H_f перед ним.

Пример аксонометрической схемы расчетного направления внутреннего водопровода приведен на рисунке 1. На этой схеме у самого удаленного стояка Ст. В1-1 на верхнем этаже предусмотрены следующие приборы: мойка кухонная на одно отделение (М), ванна обыкновенная (В), умывальник (У) и низко расположенный смывной бачок (Сб) унитаза. В качестве диктующего водоразборного устройства здесь принят комбинированный смеситель для ванны и умывальника. Такой выбор связан с тем, что смеситель имеет самое высокое расположение в системе и у его крана самый большой свободный напор среди кранов других приборов, а именно: H_f = 3 м.

Расчетное направление разбито на расчетные участки (между ответвлениями), в пределах которых диаметр трубопровода и расход воды не меняются. Участки друг от друга отделены узловыми точками, а начало и конец каждого участка в направлении от диктующего прибора до ввода включительно пронумерованы арабскими цифрами в кружочках. При этом указывается длина каждого участка.

2.5 Определение расчетного расхода холодной воды

В качества расчетного расхода холодной воды при расчете хозяйственно-питьевого водопровода принимается ее максимальный секундный расход.

Для определения расчетного расхода воды в расчетных участках предварительно необходимо:

– Определить число потребителей U воды (жителей) по формуле

$$U = u_0 \cdot n_{кв} \cdot n_{эт} \qquad (2.1)$$

где u_0 – средняя заселенность квартиры, чел. (принимается по заданию);

$n_{кв}$ – количество квартир на этаже, шт. (определяется по плану здания);

$n_{эт}$ – количество этажей в здании, шт. (принимается по заданию).

– Принять по приложению 2 [1] или по таблице 2.1 [2] секундный расход;

q_0^c холодной воды через этот санитарный прибор на расчетном участке, через который данный расход имеет наибольшее значение.

– Принять по заданию норму расхода холодной воды $q^c_{hr,u}$ одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч (в общем случае данная норма принимается по приложению [3] или по табл. 2.2;

– Определить число установленных санитарных приборов N_1 на расчетном участке, шт.

– Рассчитать вероятность действия P санитарных приборов по формуле (при одинаковых потребителях воды):

$$P = \frac{q^0_{hr,u} \cdot U}{q_0^c \cdot 3600 \cdot N}, \qquad (2.2)$$

где значения величин U и N принимаются применительно ко всему зданию;

– Найти по приложению 4 [1] значение коэффициента α в зависимости от значения произведения NP.

Расчетный расход холодной воды на расчетном участке определяется по формуле [1]:

$$q^0 = 5 \cdot q_c^{\,0} \cdot \alpha \text{, л/с.} \qquad (2.3)$$

где q_0 - расчетный расход холодной воды;

q_0^c - расход холодной воды;

α - коэффициент, который определяется в зависимости от значения произведения NP.

2.6 Определение диаметров трубопроводов на расчетных участках

Назначают диаметры труб на расчетных участках исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды. Согласно СНиП 2.04.01-85, скорость движения воды в стальных трубах (диаметром до 400мм) хозяйственно-питьевого водопровода не должна превышать 3 м/с. Рекомендуется принимать скорость движения воды в магистральных трубопроводах и распределительных стояках не более 1,5-2,0 м/с, а в подводках к водоразборным устройствам – не более 2,5 м/с.

Наиболее экономичными являются скорости в пределах 0,9-1,2 м/с.

Принимая во внимание, что:

$$q^c = V \cdot \omega,\ \omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4},\ 1\ \text{л} = 10^{-3}\ \text{м}^3, \qquad (2.4)$$

расчетный внутренний диаметр трубы на расчетном участке определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q^c \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot V}}, \qquad (2.5)$$

где q^c – расчетный расход холодной воды на расчетном участке, л/с (определяется по формуле 2.3);

V – скорость движения водя в трубе расчетного участка, л/с;

d – площадь внутреннего сечения трубы, м^2;

π = 3,14.

Учитывая реально выпускаемый сортамент труб, по справочной литературе [1, 2] окончательно принимается значение внутреннего диаметра и соответствующее ему значение условного прохода трубы. Принятое значение диаметра трубы, естественно, должно быть наиболее близким к его расчетному значению.

Для устройства внутреннего водопровода применяются стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262-75* и стальные электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704-76*.

Диаметр труб можно непосредственно определить по значениям величин q^c и V, используя «Таблицы для гидравлического расчета сетей водоснабжения» [2].

2.7 Определение потерь напора на расчетных участках

Запас полной механической энергии движущегося объема жидкости**,** отнесенной к его тяжести, называют полным напором Н. Единицы измерения напора: Дж/Н = Н м/м = м.

В соответствии с законом сохранения энергий, для двух сечений 1-1 и 2-2 стационарного потока идеальной жидкости, движущейся равномерно, имеем:

$$H_1 = H_2, \text{ м},$$

В действительности же при движении реальной жидкости в трубопроводах имеют место потери ее механической энергии. Эти потери энергии связаны с наличием сил трения по длине потока, а также с изменением сечения и направления движения потока жидкости в местных сопротивлениях (коленах, тройниках, задвижках, вентилях и т.д.). В этом случае имеем:

$$H_1 - H_2 = h_{пот}^{(1-2)}, \text{ м}.$$

где $h_{пот}^{(1-2)}$ – потеря напора между сечениями 1-1 и 2-2 потока жидкости.

В общем случае:

$$h_{пот} = h_l + \sum h_m , \qquad (2.6)$$

где h_l – потеря напора на трение по длине потока или линейная потеря напора, м;

h_m– местная потеря напора, м.

Линейные потери напора в круглых трубах при равномерном движении жидкости определяют по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}, \text{ м}, \qquad (2.7)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения или гидравлического сопротивления;

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

V – средняя скорость движения води в трубопроводе расчетного участка, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Местные потери напора находят по формуле Вейсбаха:

$$h_m = \zeta \cdot \frac{V^2}{2g}, \text{ м}, \qquad (2.8)$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления.

Значение величины в формуле (2.7) определяется по выражениям [3, 6]:

- неновые стальные и чугунные трубы:

$$V < 1{,}2 \text{ м/с}: \ \lambda = \frac{0{,}0179}{d^{0{,}30}} \cdot (1 + \frac{0{,}867}{V})^{0{,}30}; \qquad (2.9)$$

$$V \geq 1{,}2 \text{ м/с}: \quad \lambda = \frac{0{,}0210}{d^{0{,}30}}; \qquad (2.10)$$

- новые стальные или чугунные трубы:

$$\lambda = \frac{0{,}0159}{d^{0{,}226}} \cdot (1 + \frac{0{,}684}{V})^{0{,}226}; \qquad (2.11)$$

$$\lambda = \frac{0{,}0144}{d^{0{,}284}} \cdot (1 + \frac{2{,}36}{V})^{0{,}284}. \qquad (2.12)$$

Формулы (2.9) в (2.10) использованы при составлении таблиц для гидравлического расчета водопроводных труб [5].

Значения коэффициента в формуле (2.8) можно найти, например, в литературе [2, 4].

В трубопроводах внутреннего водопровода обычно $h_1 >> h_m$. Поэтому в инженерных расчетах принимают:

$$\Sigma h_m = k_l \cdot h_l, \text{ м}, \qquad (2.13)$$

где k_l – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях трубопровода; при расчетах хозяйственно-питьевого водопровода жилых и общественных зданий принимается $k_1 = 0{,}3$;

h_l – потеря напора на трение по длине трубопровода, м.

Формулу (2.7) в инженерной практике, как правило, применяют в преобразованной форме в виде следующих выражений:

$$h_l = A_l \cdot (q^c)^2 \cdot l \text{ , м,} \qquad (2.14)$$

$$h_l = \frac{(1000i)}{1000} \cdot l \text{ , м,} \qquad (2.15)$$

где A_l – удельное сопротивление трубопровода, с^2/м^6;

q^c – расчетный расход холодной воды, определяемый по формуле (2.3), м^3/с;

1 – длина расчетного участка трубопровода, м;

$i = h_1/l$ – гидравлический уклон (удельная линейная потеря напора), м/м.

Величина A_1 определяется по формуле:

$$A_l = \frac{8 \cdot \lambda}{\pi^2 \cdot d^5 \cdot g}, \qquad (2.16)$$

где величины π, λ, d, g – те же, что и в формулах (2.5) в (2.7).

Значения величины А рассчитаны и приведены в таблицах [2, 6].

Значения произведения $(1000i)$ в формуле (2.15) рассчитаны и приведены в таблицах [2, 5].

2.8 Выбор счетчика воды и определение потерь напора в нем

Для учета количества и расхода воды на вводе в здание в составе водомерного узла устанавливается скоростной счетчик воды. Скоростные счетчики воды бывают:

– крыльчатые типа ВСКМ, ГОСТ 6019-83;

– турбинные типа СТВ, ГОСТ 14167-83.

Крыльчатые счетчики изготавливают диаметром условного прохода 15-50 мм; турбинные – 65-250 мм.

Диаметр условного прохода счетчика следует выбирать исходя из среднечасового расхода холодной воды за сутки наибольшего водопотребления. Этот расход не должен превышать эксплуатационный расход воды, принимаемый по таблице 4 [1].

Средний часовой расход холодной воды за сутки наибольшего водопотребления определяется по формуле:

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

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

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

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

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

1000 – коэффициент пересчета (1 м^3 =1000 л).

Потери напора в счетчике определяются по выражению [1]:

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

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(м^3/ч)^2, его значения приведены в таблице 4 [1];

q^c – расчетный расход воды, м^3/ч; определяется по формуле (2.3). Расчетные параметры счетчиков воды приведены в таблице 4 [1]. Потери напора в крыльчатых счетчиках не должны превышать 2,5 м, а в турбинных –1 м [1].

При конструировании водомерного узла необходимо использовать его типовые схемы [2].

2.9 Определение требуемого напора для внутреннего водопровода

Требуемый напор в наружной сети у ввода в здание определяется по формуле:

$$H_{тр} = H_г + h_{вв} + h_{сч} + \sum h_l + \sum h_m + H_f, \qquad (2.19)$$

где $H_г$ – геометрическая высота подъема воды от отметки гарантийного напора в наружной сети водопровода до отметки диктующего водоразборного устройства, м;

$h_{вв}$ – потеря напора на трение по длине ввода, м; определяется по формуле (2. 15);

$h_{сч}$ – потеря напора в счетчике воды, м; определяется по формуле (2.18);

h_l – сумма потерь напора на трение по расчетному направлению от водомерного узла до диктующего водоразборного устройства, м; определяется с помощью формулы (2.15);

h_m – сумма потерь напоров в местных сопротивлениях, м; определяется по формуле (2.13);

H_f – свободный (рабочий) напор перед диктующим водоразборным устройством, м; принимается по приложению 2 [1] или по таблице 2.1 [2].

Значение величины $H_г$ определяется по формуле:

$$H_г = h_{пл} + (n_{эт} - 1) \cdot h_{эт} + h_{кр}, \qquad (2.20)$$

где $h_{пл} = (z_{1пл} - z_{зз})$ – превышение отметки чистого пола первого этажа $z_{1пл}$ над отметкой гарантийного напора (в качестве которой принимается отметка поверхности земли у здания $z_{зз}$), м;

$n_{эт}$ – число этажей в здании (принимается по заданию), шт;

$h_{эт}$ – высота этажа (принимается по заданию), м;

$h_{кр}$ – высота расположения крана диктующего водоразборного устройства над полом верхнего этажа, м (принимается по [7]).

Вычисленное по выражению (2.20) значение требуемого напора $H_{тр}$ сопоставляется со значением гарантийного напора $H_{гар}$.

При $H_{гар} \geq H_{тр}$ действие системы внутреннего водоснабжения будет обеспечено за счет использования напора в наружной сети водопровода.

При $H_{гар} < H_{тр}$ необходимо предусматривать насосную установку для повышения напора на величину разности $(H_{тр}-H_{гар})$. При относительно небольшом значении разности $(H_{тр}-H_{гар})$ = 0,5..2,0 м можно пойти по пути увеличения диаметра труб внутренней сети. Это позволит уменьшить потери напора в сети и, соответственно, снизить значение напора $H_{тр}$ до значения величины $H_{гар}$.

2.10 Подбор повысительной насосной установки

Типовые схемы повысительных насосных установок приведены в [2].

Наибольшее распространение в системах водоснабжения зданий получили центробежные консольные насосы типа К и КМ. Технические характеристики этих насосов приведены в [2].

Напор H_p, развиваемый насосной установкой, определяется по формуле:

$$H_p = H_{mp} - H_{гар}. \qquad (2.21)$$

Производительность насосной установки Q_p следует принимать:

– при отсутствии водонапорного бака – не менее максимального секундного расхода воды q^c.

– при наличии водонапорного бака – не менее максимального часового расхода воды $q^c{}_{hr}$.

Значение величины q^c определяется по формуле (2.3).

Максимальный часовой расход воды определяется по формуле [1]:

$$q^c_{hr} = 0{,}005 \cdot q^c_{dhr} \cdot \alpha_{hr} \ \text{м}^3/\text{ч}, \qquad (2.22)$$

где q^c_{dhr} – часовой расход холодной воды прибором, л/ч, принимается по Приложению 3 [1] или по таблице 2.2 [2];

α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно рекомендуемому Приложению 4 [1] в зависимости от общего числа приборов N, обслуживаемых системой, и вероятности их использования P_{hr}.

Количество установленных в здании санитарных приборов определяется по формуле:

$$N = n_{пр} \cdot n_{кв} \cdot n_{эт}, \text{ шт}, \qquad (2.23)$$

где $n_{пр}$, $n_{кв}$, $n_{эт}$ – количество, соответственно, приборов в квартире, квартир на этаже и этажей в здании, шт. (принимаются по заданию).

Вероятность использования санитарных приборов для системы в целом определяется по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_o^c}{q_{qhr}^c}, \qquad (2.24)$$

где P – вероятность действия санитарных приборов в здании при одинаковых потребителях воды; определяется по формуле (2.2);

$q^c{}_o$ – то же, что в выражении (2.3);

$q^c{}_{qhr}$ – то же, что в выражении (2.22).

Мощность электродвигателей насосов определяется по формуле:

$$N = 10^{-3} \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{Q_p \cdot H_p}{\eta} \cdot K \text{ , кВт,} \qquad (2.25)$$

где ð – плотность воды (ð ≈1000 кг/м^3);

g – ускорение свободного падения (g ≈9,81м/с^2);

Q_p – производительность насоса, м^3/с; определяется по формуле (2.3) или (2.22);

H_p – напор насоса, м; определяется по формуле (2.21);

η – к.п.д. насоса;

K – коэффициент перегрузки, который принимается по таблице 2.1

Таблица 2.1 – Значения коэффициента перегрузки К

N, кВт	до 0,8	0,8-1,5	1,5-4,0	свыше 4,0
К	2,0	1,5	1,4	1,15

2.11 Расчет водонапорных баков

Водонапорные баки в общем случае предназначены для бесперебойного снабжения зданий водой при постоянном или периодическом недостатке напора в наружной сети, а также для создания неприкосновенного запаса вода на пожарные или технологические нужды.

В системах хозяйственно-питьевого водопровода без насосной установки объем бака $V_б$ предназначенного для регулирования водопотребления, определяется по формуле:

$$V_б = q_T^c \cdot T \text{ , м}^3, \qquad (2.26)$$

где $q^c{}_T$ – расход воды, определяемый по формуле (2.17), м^3/ч;

T – время (ч), в течение которого вода при недостаточном напоре в наружной сети поступает во внутренний водопровод из бака.

При этом объем бака составляет от 50 до 80% суточного расхода воды в здании.

В системах водоснабжения с повысительной насосной установкой объем бака значительно уменьшается и зависит от частоты включения насоса и его номинальной производительности.

При автоматическом пуске насоса, например, от поплавкового реле объем бака определяется по выражению:

$$V_б = \frac{q_{hr}^{cp,i}}{4 \cdot n}, \text{ м}^3, \qquad (2.27)$$

где $q_{hr}^{cp,i}$ – часовой расход воды, подаваемой насосам, м^3/ч: определяется по формуле (2.22);

n – допустимое число включений насосов в 1 час; n = 2-4 – для установок с открытым баком; n = 6-10 – для установок о гидропневматическим баком; большие значения n принимаются для установок небольшой мощности (до 10 кВт).

Высота расположения бака $H_б$ над отметкой размещения диктующего водоразборного устройства:

$$H_б \geq \Sigma h_б + H_f \text{ ,м}, \qquad (2.28)$$

где $H_б = z_б - z_{дп}$ ($z_б$ – отметка дна бака, м; $z_{дп}$ –отметка диктующего прибора, м);

$\sum h_б$ – сумма потерь напора по длине и в местных сопротивлениях от диктующего водоразборного устройства до дна бака, м;

H_f – то же, что в выражении (2.19).

3 Расчет сети внутренней канализации

Проектирование систем внутренней канализации в зданиях различного назначения выполняют в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85 при наличии всех планировочно-архитектурных решений здания, а также необходимых поэтажных планов и разрезов. Начинается данное проектирование с определения числа приёмников сточных вод (санитарных приборов) и мест их расположения.

Дальнейший этап проектирования состоит в трассировке сети и определения расчётных расходов сточных вод по дальнейшим её участкам, в соответствии с которыми принимаются диаметры труб.

3.1 Системы внутренней канализации, их устройство и основные элементы

В зависимости от назначения здания и характера загрязнений отводимых сточных вод различают следующие системы внутренней канализации

- бытовую – для отведения сточных вод от санитарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душей и др.);
- производственную – для отведения производственных сточных вод;
- объединенную – для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;
- внутренние водостоки – для отведения дождевых и талых вод от кровли здания.

В жилых и общественных зданиях обычно проектируют только бытовую канализацию. В отдельных общественных и коммунально-бытовых зданиях дополнительно предусматривают дождевую или вторую сеть канализации для отвода производственных сточных вод.

В производственных зданиях допускается проектировать несколько раздельных систем канализации, предназначенных для отвода сточных вод, отличающихся по составу, агрессивности, температуре и другим показателям.

Система внутренней канализации здания включает следующие элементы (рисунок 2):

- приёмник сточных вод
- отводные линии
- стояки
- коллекторы (канализационные магистрали)
- выпуски
- устройства для прочистки сети.

Приёмниками сточных вод служат санитарные приборы, трапы, сливы, воронки, лотки. Для приёма дождевых сточных вод на поверхности кровли устанавливают водосточные воронки.

Отводные линии – это все трубопроводы, предназначенные для сбора сточных вод от приёмников (санитарных приборов) и передачи их в стояк.

Стояки – вертикально расположенные трубопроводы, проходящие через все этажи здания и служащие для перемещения сточных вод от отводных линий (через коллектор) в канализационный выпуск.

Коллектор – горизонтальный трубопровод, объединяющий несколько стояков и переходящий далее в выпуск.

Выпуски – это трубопроводы, предназначенные для сбора сточных вод от стояков и отвода их за пределы здания в дворовую канализационную сеть.

Устройства для прочности сети – это ревизии и прочистки. Ревизии выполняются в виде люков на трубе, закрываемых крышкой на резиновой прокладке. Прочистка представляет собой раструб, закрываемый сверху пробкой на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке.

3.2 Трассировка сети внутренней канализации

Приёмники для бытовых сточных вод – санитарные приборы – устанавливаются в санитарно–бытовых помещениях (санузлах). В жилых и общественных зданиях санитарные узлы, как правило, расположены один над другим, что уменьшает общее количество стояков. Санитарные приборы присоединяют к отводным трубопроводам с установкой между ними гидравлических затворов (сифонов).

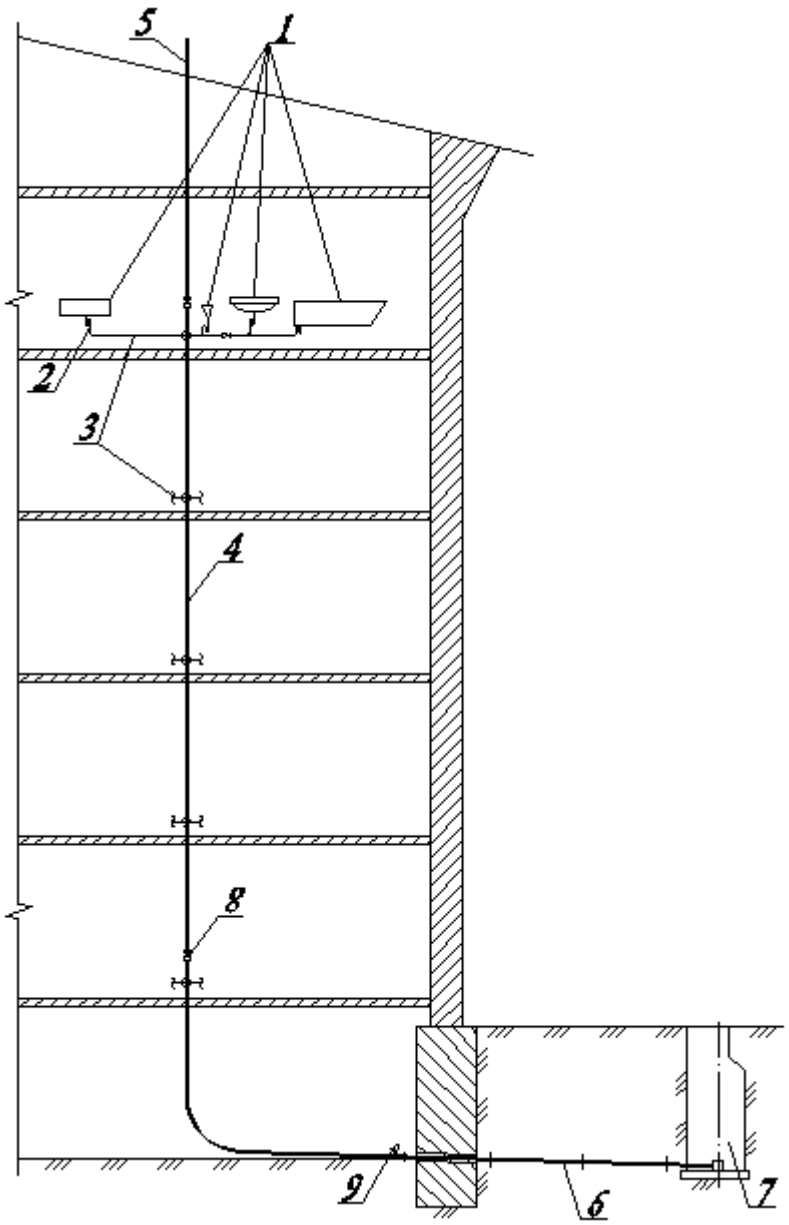

Рис. 2 – Внутренняя канализация и ее основные элементы:

1 – приемники сточных вод, 2 – гидравлические затворы, 3 – отводные трубопроводы, 4 – стояк, 5 – вентиляционная часть стояка, 6 – выпуск, 7 – смотровой колодец, 8 – ревизия, 9 – прочистка

Отводные трубопроводы прокладываются по стенам выше пола. Иногда их размещают под потолком нижерасположенного нежилого или общественного помещения в виде подвесных линий или же в междуэтажном перекрытии.

Все отводные трубопроводы прокладываются по кратчайшему расстоянию с уклоном к стоякам и с установкой прочисток на концах и на поворотах.

Отводные трубопроводы выполняются из чугунных и пластмассовых труб.

Диаметры и уклон отводных линий принимаются по таблице 3.1.

Канализационные стояки размещаются вблизи приёмников сточных вод (в туалетах, кухнях). Их устанавливают открыто у стен и перегородок (ближе к углу) или скрыто – в монтажных шахтах, блоках кабинах (ближе к унитазам).

Канализационные стояки должны иметь по всей длине одинаковый диаметр, который должен быть не меньше наибольшего диаметра отводных трубопроводов, присоединяемых к данному стояку.

Минимальный диаметр стояка составляет 50 мм. Если же к стояку присоединяют хотя бы один унитаз, диаметр его должен быть не менее 100 мм. Пропускная способность канализационных стояков приведена в таблице 3.2.

Стояки в нижней части плавно (двумя отводами поду углом 135 градусов или удлинёнными отводами) присоединяют к выпуску.

На стояках предусматриваются ревизии. При отсутствии на стояках отступов, ревизии устанавливаются на нижнем и верхнем этажах здания, при наличии отступов – также и в вышерасположенных над отступами этажах. В жилых зданиях высотой пять этажей или более ревизии размещаются не реже чем через три этажа.

Таблица 3.1 - Нормативные значения диаметров и уклонов отводных линий санитарных приборов

Приемник сточных вод	Диаметр отвода, мм	Наименьший уклон отвода, *i*
Раковины; мойки	40; 40(50)	0,025
Умывальники; ванны	40; 40	0,02
Унитазы	85 (100)	0,02

Таблица 3.2 - Характеристика пропускной способности канализационного стояка

Диаметр поэтажного отвода	Угол присоединения поэтажного отвода к стояку, град.	Максимальная пропускная способность вентилируемого канализационного стояка, л/с, (при его диаметре, мм)			
		50	85	100	150
1	2	3	4	5	6
50	90	0,8	2,8	4,3	11,4
	60	1,2	4,3	6,4	17,0
	45	1,4	4,9	7,4	19,6
85	90	-	2,1	-	-
	60	-	3,2	-	-
	45	-	3,6	-	-
100	90	-	-	3,2	8,6
	60	-	-	4,9	12,8
	45	-	-	5,5	14,5
150	90	-	-	-	7,2
	60	-	-	-	11,0
	45	-	-	-	12,6

Для вентиляции сетей внутренней канализации устраиваются вытяжные трубы, являющиеся продолжением канализационных стояков. Вытяжные трубы выводят на 0,5 м выше неэксплуатируемой кровли здания и не менее чем на 3 м выше плоской эксплуатируемой кровли. Диаметр вытяжной трубы принимается равным диаметру канализационного стояка. Вытяжные

участки канализационных стояков выполняют из асбестоцементных или чугунных труб, присоединяя их к стоякам ниже перекрытия чердака.

Трубы для стояков применяются чугунные раструбные или пластмассовые.

Выпуски по возможности располагают с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам. В жилых зданиях на секцию предусматривается, как правило, один выпуск, который выводится во двор. Такое размещение выпусков является наиболее целесообразным при расположении трубопровода дворовой сети вдоль здания.

При размещении трубопровода дворовой сети вдоль торца здания, имеющего техническое подполье высотой не менее 1,6 м, целесообразно устраивать укрупненные торцовые выпуски (два или один).

При устройстве одного укрупненного торцового выпуска канализационную магистраль (сборный коллектор) располагают под одним из рядов стояков здания, а второй ряд стояков присоединяют к магистрали на косых тройника с уклоном подводных линий не менее 0,05 м.

Диаметр выпуска следует определять расчетом. Он должен быть не менее наибольшего диаметра стояков, присоединяемых к данному выпуску.

К наружной (дворовой) сети выпуски присоединяются в смотровых колодцах. Присоединять выпуски к трубопроводу дворовой сети следует под углом не менее 90°(считая по направлению движения сточных вод).

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более 8, 12 и 15 м при диаметре труб, соответственно, 50, 100 и 150 мм. При более длинных выпусках необходимо предусматривать устройство дополнительного смотрового колодца.

Расстояние между стенами здания и смотрового колодца следует принимать не менее 3 м.

На горизонтальных участках канализационной сети (на магистралях, выпусках) следует устанавливать ревизии или прочистки. Небольшие допускаемые расстояния составляют 12, 15 и 20 м, соответственно, при диаметре труб 50, 100 – 150 и 200 мм (и более). Между прочистками эти

расстояния составляют 8 и 10 м, соответственно, при диаметре труб 50 и 100 – 150 мм (при большом диаметре труб прочистки не применяют).

Минимальную глубину заложения канализационных трубопроводов (в том числе и выпусков) от поверхности земли до их лотка можно определять по формуле:

$$h_{з.т.} = h_{пром} - l \text{, м,} \qquad (3.1)$$

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

l = 0,3 для труб диаметром до 500 мм;

l = 0,5 для труб диаметром более 500 мм.

При необходимости выпуск можно прокладывать по меньшей глубине, обеспечивая его теплоизоляцию. Однако в любом случае глубина заложения выпуска должна быть не менее 0,7 м до его верха.

Выпуски выполняются из чугунных, керамических и асбестоцементных труб.

Чугунные канализационные трубы и фасонные части к ним изготавливаются, соответственно, по ГОСТ 6942.3 – 98 и ГОСТ 6942.0 – 98. ГОСТ 6942.24 – 98 с условным проходом 50, 100 и 150 мм. Длина труб от 500 до 2200 мм.

Керамические канализационные трубы изготавливаются по ГОСТ 268 – 82 с внутренним диаметром 150 – 500мм.

Асбестоцементные безнапорные трубы условным проходом 100 – 150 мм выпускаются по ГОСТ 1839 – 80.

Полиэтиленовые трубы диаметром 50 – 300 мм и пластмассовые фасонные части диаметром 50 – 100 мм выпускаются, соответственно, ГОСТ 18599 – 2001 и ГОСТ 22689.2 – 89.

Бетонные и железобетонные безнапорные трубы условным проходом 300 – 1500 мм изготавливаются по ГОСТ 6482.0 – 79.

Для устройства отводных линий от умывальников, моек и ванн в жилых и общественных зданиях допускается применение стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262 – 75.

3.3 Гидравлический расчёт сети внутренней канализации

Движение сточных вод в системе внутренней канализации осуществляется сверху вниз по самотечным трубопроводам и носит безнапорный характер. При этом бытовая канализационная сеть зданий рассчитывается на частичное наполнение труб.

Степень наполнения труб характеризуется отношением *H/d*, в котором H – высота слоя жидкости в трубе, а d – ее внутренний диаметр.

В этих условиях задачей гидравлического расчета канализационной сети является определение диаметров трубопроводов и их уклонов, обеспечивающих пропуск расчетных расходов сточных вод с требуемой скоростью движения и степенью наполнения труб.

Гидравлический расчет сети внутренней канализации проводится в следующей последовательности:

- размещают стояки в плане здания и прокладывают горизонтальные трубопроводы, одновременно назначая диаметр труб;
- определяют расчетные расходы сточных вод на расчетных участках;
- определяют на расчетных участках горизонтальных трубопроводов скорость движения сточных вод;
- определяют уклон горизонтальных трубопроводов по расчетным участкам;
- проверяют пропускную способность горизонтальных трубопроводов;
- результаты расчета заносят в таблицу, форма которой дана в Приложении Е.

3.4 Конструирование систем внутренней канализации здания и подбор диаметров ее трубопроводов

На планы здания каждой группы приборов наносятся стояки диаметром 100 мм. Стояки размещают в санузлах (обычно в кабинах с унитазом) таким образом, чтобы длина отводных линий была короче. При этом стояки выносятся выше кровли на 0,5 м, образуя вытяжные тру-

бы. От санитарных приборов к стоякам прокладываются отводные линии с указанием их длин, диаметров, уклонов. Диаметр отводов от унитаза принимается равным 100 мм, а от мойки, ванной и умывальника – 50 мм (таблица 2.1).

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

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

3.5 Определение расчетного расхода сточных вод

При расчете бытовой канализации зданий в качестве расчетного расхода сточных вод принимается их максимальный секундный расход, *q*.

Для определения расчетного расхода сточных вод через стояк предварительно необходимо:

- определить число жителей *U*, обслуживаемых стояком;

- принять по Приложению 2 [1] или по табл. 2.1 [2] общий секундный расход воды санитарным прибором q_0^{tot}, л/с. При этом на стояке выбирается прибор с наибольшим расходом q_0^{tot};

- принять по Приложению 2 [1] или по табл. 2.1 [2] расход сточных вод от санитарного прибора q_0^s, л/с. Соответственно прибор на стояке выбирается с наибольшим расходом q_0^s;

- принять по Приложению 3 [1] или по табл. 2.2 [2] общую норму расхода воды $q_{hr,u}^{tot}$ одним потребителем в час наибольшего водопотребления;

- определить число установленных санитарных приборов *N* на расчетном стояке;

- рассчитать вероятность действия санитарных приборов по формуле:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N}; \qquad (3.2)$$

– найти по приложению 4 [1] значение коэффициента α в зависимости от значения произведения $N \cdot P^{tot}$;

– определить общий максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети по формуле [1]:

$$q^{tot} = 5q_c^{tot} \cdot \alpha \text{ , л/с.} \qquad (3.3)$$

Расчетный расход воды через стояк определяется:

а) при $q^{tot} < 6$ л/с:

$$q_{cm}^{s} = q^{tot} + q_0^{в} \text{ , л/с.} \qquad (3.4)$$

б) при $q^{tot} > 6$ л/с:

$$q_{cm}^{s} = q^{tot} \text{ , л/с.} \qquad (3.4*)$$

Расход сточных вод через выпуски, объединяющие несколько стояков, определяется:

$$q_{вып}^{s} = q_{cm1}^{s} + q_{cm2}^{s} + ... + q_{cmn}^{s} \text{ , л/с.} \qquad (3.5)$$

3.6 Определение скорости движения сточных вод в горизонтальных трубопроводах

Для того чтобы определить скорость движения сточных вод на расчетных участках, предварительно необходимо задать степень наполнения трубопровода *H*/*d* и рассчитать площадь живого сечения потока ω.

Значение отношения *H*/*d* принимается:

$H/d = 0,3-0,5$ для *d* = 50 и 100 мм;

$H/d = 0,3-0,6$ для *d* = 125, 150 и 200 мм (при *i* = 0,008 м).

При транспортировании условно чистых стоков независимо от диаметра труб можно принимать $H/d = 0,8$.

Площадь живого сечения потока рассчитывается по выражению:

$$\omega = \varphi d^2/8 + d^2(a-0,5)\sqrt{a(1-a)}, \text{ м}^2, \qquad (3.6)$$

где $a = H/d$;

$$\varphi = 3,14 + 2\alpha, \text{ рад}, \qquad (3.7)$$

$$\sin\alpha = a/0{,}5-1.$$

где d – внутренний диаметр водопровода, м.

Скорость движения сточных вод на расчетных участках горизонтальных трубопроводов определяется по формуле:

$$v = \frac{q^s}{10^3 \omega}, \text{ м/с}, \qquad (3.8)$$

где q^s – расход сточных вод, л/с, определяется по формуле (3.4) или (3.4*);

ω – площадь живого сечения потока, м^3, определяется по формуле (3.6);

10^3 – коэффициент перевода расхода в л/с в м^3/с.

При назначении диаметра трубопроводов следует иметь ввиду, что скорость движения жидкости в них должна быть не менее 0,7 м/с.

3.7 Определение уклона горизонтальных трубопроводов

Расчет уклона i трубопроводов может быть проведен с использованием двух формул. В первом случае используют формулу Дерси-Вейсбаха (2.7), предварительно в ней приняв: $d = 4R$ (R – гидравлический радиус). Во втором случае применяют формулу Шези:

$$v = c\sqrt{R \cdot i}, \text{ м/с}, \qquad (3.9)$$

где c – скоростной множитель, называемый коэффициентом Шези, м^{0,5}/с;

R – гидравлический радиус, м;

i – уклон трубопровода.

Гидравлический радиус R определяется по формуле:

$$R = \omega/\chi, \text{ м}, \qquad (3.10)$$

где ω – площадь живого сечения безнапорного потока, м^2, определяется по формуле (3.5);

χ – смоченный периметр, м, определяется по формуле:

$\chi = d\varphi/2, \text{ м}$,

где d – внутренний диаметр трубопровода, м:

φ – угол, рад, определяется по формуле (3.7).

Соответственно выражения для расчета уклона трубопровода имеют вид:

а) с использованием формулы Дарси-Вейсбаха:

$$i = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}, \qquad (3.11)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения (безразмерная величина);

R – гидравлический радиус, м, определяется по формуле (3.10);

v – скорость движения сточных вод, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

Значение коэффициента λ определяется по формуле Н.Ф. Федорова:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left(\frac{\Delta_{ЭТ}}{13,68R} + \frac{a_2}{R_e}\right), \qquad (3.12)$$

где $\Delta_{ЭТ}$ – эквивалентная шероховатость, м, принимается по таблице 3.3;

R – гидравлический радиус, м, определяется по формуле (3.10);

a_2 – безразмерный коэффициент, зависящий от состояния стенок трубопровода и свойств жидкости, принимается по таблице 3.3;

$R_e = 4vR/\nu$ – число Рейнольдса (безразмерная величина);

где v – скорость движения сточных вод, м/с;

ν – кинематическая вязкость сточных вод, м^2/с, при $t = 10°C$; $\nu = 1,47 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

Таблица 3.3 - Значения эквивалентной шероховатости $\Delta_{ЭТ}$, коэффициента a_2 и коэффициента шероховатости n для труб, каналов и лотков из различных материалов

Трубы, каналы, лотки	$\Delta_{ЭТ}$	a_2	n
Керамические	1,35	90	0,013
Бетонные и железобетонные	2,0	100	0,014
Асбестоцементные	0,6	73	0,012

Чугунные	1,0	83	0,013
Стальные	0,8	79	0,012
Бетонные и железобетонные, оштукатуренные с гладкой затиркой	0,8	50	0,013
Кирпичные	3,15	110	0,015

б) с использование формулы Шези:

$$i = \frac{v^2}{c^2 R}, \qquad (3.13)$$

где обозначение те же, что и в формуле (3.9);

Коэффициент Шези в формуле (3.13) определяется по формуле Н.Н. Павловского:

$$c = \frac{1}{n} R^y, \qquad (3.14)$$

где n – коэффициент шероховатости, принимается по таблице 3.3;

R – гидравлический радиус, м, определяется по формуле (3.10);

y – показатель степени, определяется по формуле [8]:

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}\left(\sqrt{n} - 0{,}1\right). \qquad (3.15)$$

Значения коэффициента Шези, подсчитанные по формуле (3.14), приведены в Приложении 32 [4].

3.8 Проверка пропускной способности трубопроводов канализационной сети

Проверка пропускной способности горизонтальных трубопроводов заключается в проверке выполнения условия:

$$v\sqrt{H/d} \geq K, \qquad 3.16)$$

где K = 0,6 – для трубопроводов из чугунных, стальных, асбестоцементных, керамических, бетонных и железобетонных труб;

K = 0,5 – для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб.

Если условие невыполнимо (3.16), как правило, несколько увеличивают уклон i труб. Для этого принимают меньшее значение отношения H/d и повторяют расчет величин ω, v, i, соответственно по формулам (3.6), (3.7) и (3.10) или (3.12).

В тех случаях, когда выполнить условие (3.16) не представляется возможным из-за недостаточного расхода сточных вод, безрасчетные участки сети диаметром 40-50 мм следует прокладывать с уклоном i = 0,03 м, а диаметром 85 и 100 мм – с уклоном 0,02 м.

Правильность выбора диаметра стояков оценивают путем сравнения расчетного расхода сточных вод через стояки с их пропускной способностью (таблица 2.2).

Гидравлический расчет сети внутренней канализации в инженерной практике проводят, как правило, с использованием таблиц и номограмм [1, 2, 6, 8, 9, 10], составленных по приведенным выше формулам. Это позволяет ускорить выполнение расчетов.

4 Гидравлический расчёт дворовой канализационной сети и построение ее продольного профиля

Дворовая канализация представляет собой трубопровод, обеспечивающий отвод сточных вод от выпусков здания во внутриквартирную или непосредственно в уличную сеть.

Гидравлический расчет дворовой канализационной сети проводиться в такой же последовательности, как и расчет сети внутренней канализации здания (подраздел 3.3)

Результаты расчета заносятся в таблицу, форма которой приведена в Приложении Ж.

Расчет дворовой канализации начинают с того, что сеть со всеми смотровыми колодцами, поворотные и контрольные, наносятся на генплан участка (рисунок 3). Контрольный колодец устанавливают на красной линии или относят на 1,0 – 1,5 м вглубь участка.

При расчете определяется диаметр трубопровода дворовой канализации, он должен быть не меньше диаметра выпусков, присоединяемых к дворовой канализации.

Минимальный уклон трубопроводов дворовой канализации составляет:

Для труб диаметром 150 мм $i_{мин}$ = 0,008 (0,007).

Для труб диаметром 200 мм $i_{мин}$ = 0,007 (0,005).

В скобках приведены значения уклонов, которые при соответствующем обосновании допускается принимать на отдельных участках сети.

В общем случае уклон канализационных труб назначается с учетом рельефа местности. При наличии по трассе канализации уклона 1 м местности расчетный уклон i трубы принимается:

а) если $i_m \le i_{мин}$, то $i = i_{мин}$,

б) если $i_m > i_{мин}$, то $i = i_m$.

Уклон местности определяется по формуле:

$$i_m = \Delta Z / L, \qquad (4.1)$$

где ΔZ – разность отметок поверхности земли в начале и конце прокладываемого участка канализации, м;

L – длина участка канализации, м.

Трубопровод дворовой канализации разбивается на отдельные расчетные участки, отделяемые друг от друга смотровыми колодцами.

На расчетных участках определяются расчетные расходы сточной воды. Расход жидкости в каждом последующем участке получают путем суммирования расхода жидкости из предыдущего участка с расходом жидкости из выпуска, расположенного в начале рассматриваемого участка.

Задается степень наполнения труб *H*/*d* и по формуле (3.6) рассчитывается площадь живого сечения потока. Затем по формуле (3.8) определяется скорость движения сточной воды на расчетных участках.

Значение отношения *H*/*d* для труб диаметром 150-200 мм рекомендуется принимать не более 0,9.

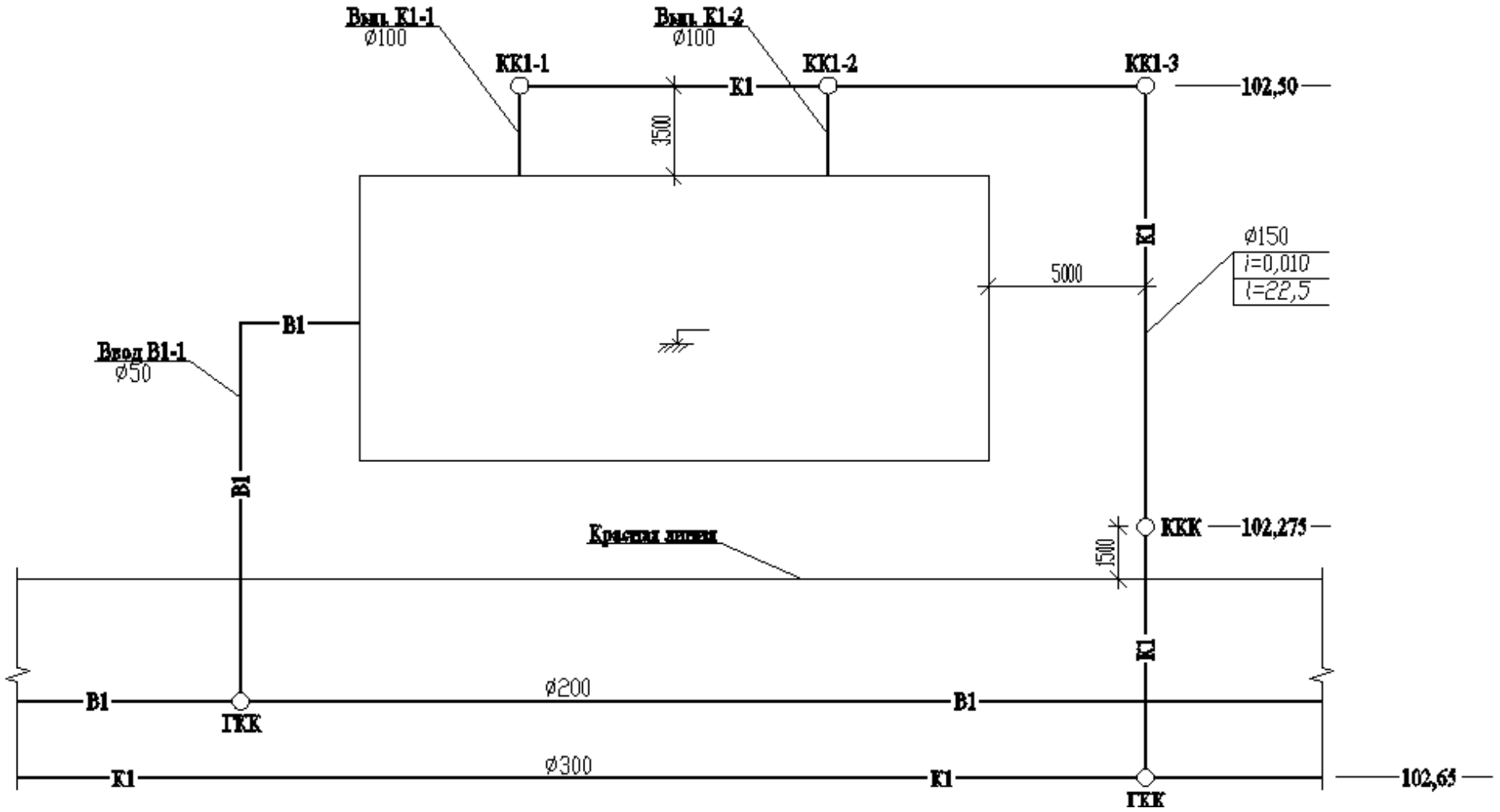

Рис. 3 – Генплан участка застройки объекта с наружными сетями водопровода и канализации

Скорость потока жидкости при его движении в трубах диаметром до 250 мм включительно должна находиться в следующих пределах:

$v = 0,7 - 8,0$ м/с – для металлических трубопроводов;

$v = 0,7 - 4,0$ м/с – для неметаллических трубопроводов.

При этом с ростом диаметра труб минимальную скорость движения сточных вод допускается увеличивать. В трубах диаметром 300-400 мм она составляет 0,8 м/с.

После определения в трубах расчетных участков скорости движения *v* сточных вод проверяется выполнением условия (3.16). При невыполнении данного условия уменьшают несколько значение отношения *H/d* и повторяют расчет. Уменьшение отношения *H/d* приводит к увеличению скорости движения жидкости и, соответственно, уклона труб.

Определив необходимое значение скорости, по формуле (3.11) или (3.13) вычисляют требуемый уклон труб. В инженерной практике гидравлический расчет дворовой канализационной сети, как и сети внутренней канализации, проводят с использованием специальных расчетных таблиц [8-10].

4.1 Построение продольного профиля дворовой канализационной сети

Для того чтобы построить продольный профиль дворовой канализационной сети необходимо рассчитать в начале и конце каждого расчетного участка абсолютные отметки лотков труб.

При этом следует отметить, что соединение в смотровом колодце труб разного диаметра рекомендуется выполнять по их верху («шелыга в шелыгу»), а соединение труб одинакового диаметра – по уровням жидкости в них.

При большом заглублении дворовой сети на выпуске канализации допускается предусматриваемый перепад, устраиваемый, как правило, в контрольном колодце. При высоте перепада до 0,3 м его выполняют открытым по бетонному водосливу в лотке. Закрытый перепад в виде стояка устраивается в том случае, если его высота более 0,3 м (1).

Отметка лотка трубопровода дворовой канализации в начале первого расчетного участка при присоединении к нему выпуска «шелыга в шелыгу» определяется следующим образом:

$$Z_{лт1}^{нач} = Z_{зз} - h_{з,т} - i_{вп1} l_{вп1} - \Delta d\,, \qquad (4.2)$$

где $Z_{зз}$ – абсолютная отметка поверхности земли у здания, м, принимается по заданию;

$h_{з,т}$ – минимальная глубина заложения трубопровода первого выпуска от поверхности земли у здания до его лотка, м, определяется по выражению (3.1);

$i_{вп1}$ – уклон трубопровода первого выпуска;

$l_{вп1}$ – длина трубопровода первого выпуска от стены здания до оси смотрового колодца, м;

Δd – разница в диаметрах трубопроводов выпуска и дворовой канализации, м.

Соответственно, отметку лотка трубопровода дворовой канализации в конце расчетных участков определяют по формуле:

$$Z_{лт,n}^{кон} = Z_{лт1}^{нач} - i_{т,n} l_{т,n}, \quad n = 1,2,3,\ldots, \qquad (4.3)$$

где $i_{т,n}$ – уклон трубопровода на расчетном участке;

$l_{т,n}$. – длина трубопровода на расчетном участке, м;

Отметка лотка трубопровода в начале второго и последующих расчетных участков определяется следующим образом:

а) при соединении труб по верху («шелыга в шелыгу»)

$$Z_{лт(n+1)}^{нач} = Z_{лт,n}^{кон} - \Delta d, \quad n = 1,2,3,\ldots, \qquad (4.4)$$

где $Z_{лт,n}^{кон}$ – отметка лотка трубопровода в конце предыдущего участка, м, определяется по выражению (3.19),

Δd – разница в диаметрах соединяемых трубопроводов, м;

б) при соединении труб по уровням воды в них

$$Z_{лт(n+1)}^{нач} = Z_{лт,n}^{кон} - \Delta h, \quad n = 1,2,3,\ldots, \qquad (4.5)$$

где Δh – разница в высотах слоев жидкости в соединяемых трубопроводах, м.

После заполнения таблицы (см. Приложение Ж) по ее данным строят продольный профиль дворовой канализационной сети от наиболее удаленного выпуска до места присоединения ее к уличной (городской) канализации. На этом профиле указываются диаметры и уклоны труб, длины расчетных участков, отметки поверхности земли и лотков труб, а также глубины колодцев.

Под профилем помещают таблицу основных данных для прокладки трубопровода.

Длина трубопровода, расстояние между колодцами, а также глубина заложения труб указываются в метрах с точностью до двух десятичных знаков, отметки низа или лотка труб – в метрах с точностью до трех десятичных знаков после занятой, значение уклона – в процентах или промилле.

Пример оформления продольного профиля дворовой канализационной сети приведен на рисунке 4.

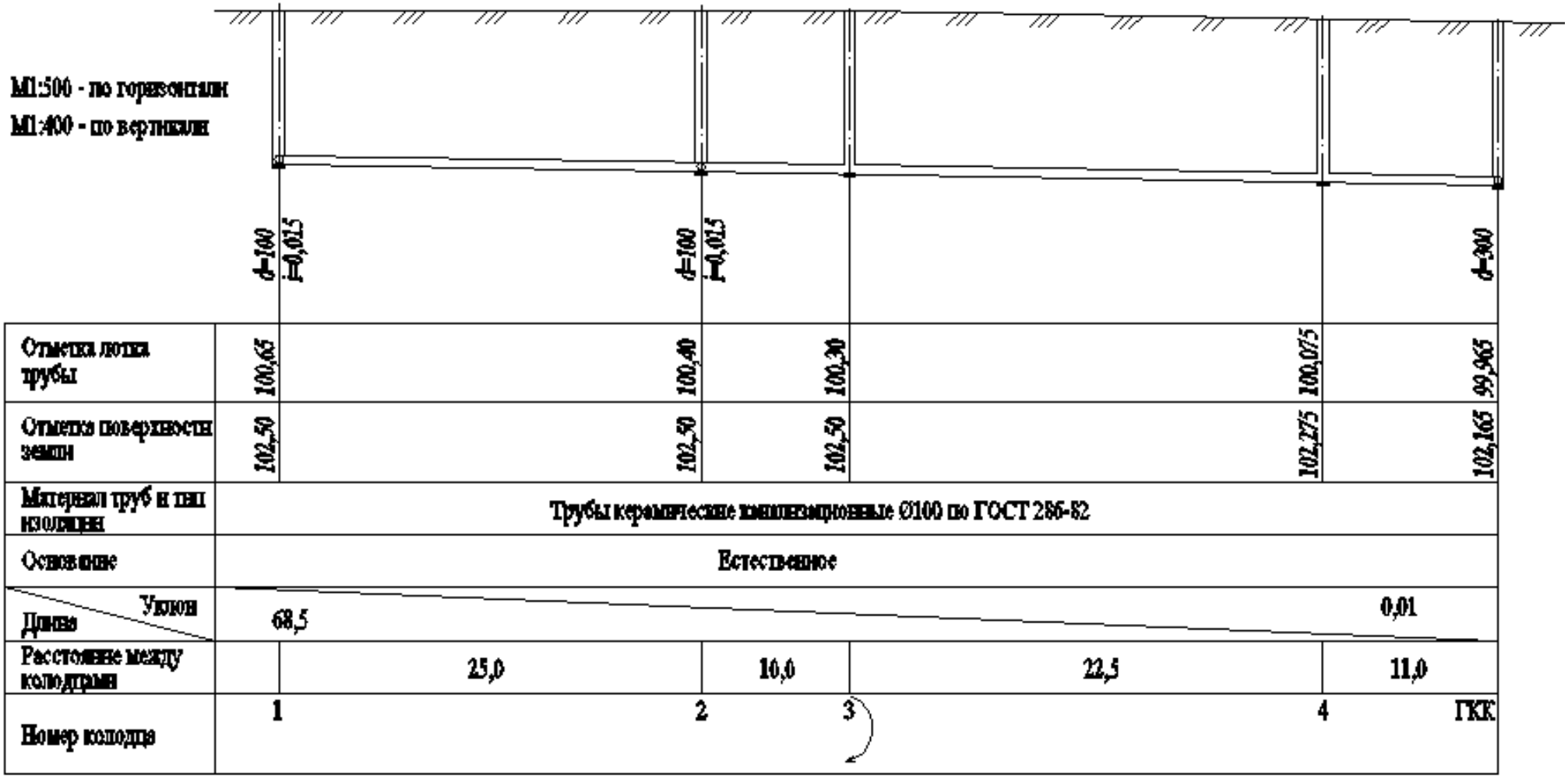

Рис. 4 – Продольный профиль дворовой канализации

Литература

1. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.

2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3-х ч. Ч.2. Водопровод и канализация: справочник проектировщика / Ю.Н. Сергин, Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др.; под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 247 с.

3. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.

4. Примеры расчетов по гидравлике. Учеб. пособие для вузов / А.Д. Альтшуль, В.И. Калицун, Ф.Г. Майрановский, П.П. Пальгунов; под ред. А.Д. Альтшуля. – М.: Стройиздат, 1977. – 355 с.

5. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. /Ф.А. Шевелев, А. Ф. Шевелев – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.

6. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учебник для вузов / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, В.П. Сафонов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1980. – 359 с.

7. СНиП 3.05.01-85. Правила производства и приема работ. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1988. – 40 с.

8. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных– М.: Стройиздат, 1986. – 158 с.

9. Гидравлический расчет канализационных сетей / Н.Ф. Федоров, Л.И. Волков– М.: Стройиздат, 1968. – 252 с.

10. Гидравлический расчет сетей водоотведения: Расчетные таблицы / Ю.М. Константинов, А.А. Василенко, А.А. Сапухин, Б.Ф. Батченко. – К.: Будивельник, 1987. – 130 с.

11. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.

12. Справочник по инженерному оборудованию жилых и общественных зданий / П.П. Якубчик, А.Е. Татура, Н.А. Черников, О.А. Продоус; под ред. В.С. Дикарского. – К.: Будивельник, 1989, – 360 с.

Приложение А

Таблица А.1 - Исходные данные

№№ п/п	Наименование величины	Первая цифра номера варианта курсовой работы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Номер варианта плана этажа	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	Норма расхода воды в час и сутки наибольшего водопотребления, $q^c_{hr,u}$ / q^c_u, л/ч/л/сут,	5,0 250	5,3 280	5,5 290	5,6 300	5,1 260	5,2 270	5,4 300	5,7 300	5,0 250	5,5 280
3	Расстояние от красной линии до здания, l, м	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10
4	Диаметр трубы городского водопровода $D_{ВОД}$, мм	200	250	300	200	250	150	200	150	200	150
5	Диаметр трубы городской канализации $D_{КАН}$, мм	250	300	250	300	350	200	250	300	350	200
6	Высота этажа (от пола до пола), $h_{ЭТ}$, м	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	2,9
7	Высота техподполья (от пола до пола первого этажа), $h_{ТП}$, м	2,1	2,3	2,2	2,6	2,5	2,0	2,6	2,4	2,5	2,2

Таблица А.2

№ № п/п	Наименование величины	Вторая цифра номера варианта курсовой работы									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Номер варианта генплана уч-ка	1	2	3	4	1	2	3	4	1	3
2	Количество этажей, $n_{ЭТ}$, шт.	3	4	5	3	4	5	3	4	5	4
3	Гарантийный напор, $H_{ГАР}$, м	25,0	28,0	33,5	24,5	29,5	32,5	24,0	29,0	33,0	28,5
4	Абсолютная отметка, м: – пола первого этажа, $Z_{1ПЛ}$	11,0	22,0	33,0	44,0	55,0	66,0	77,0	88,0	99,0	100,0
5	– верха люка колодцев, $Z_{ЛК}$	10,2	21,3	32,2	43,2	54,2	65,2	76,2	87,3	98,2	99,3
6	– поверхности земли у здания, $Z_{ЗЗ}$	10,4	21,5	32,4	43,5	54,4	65,5	76,4	87,5	98,4	99,5
7	– верха трубы городского водопровода, $Z_{ГВ}$	8,0	19,0	29,8	40,8	52,0	63,0	73,8	84,8	96,0	97,0
8	– лотка колодца городской канализации, $Z_{ЛТ}$	7,1	18,0	28,8	39,9	51,0	61,9	73,0	83,7	94,9	95,8
9	Глубина промерзания грунта, $h_{пром}$, м	1,8	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9
10	Средняя заселенность квартир, u_0, чел	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0

Приложение Б

Планы типовых этажей

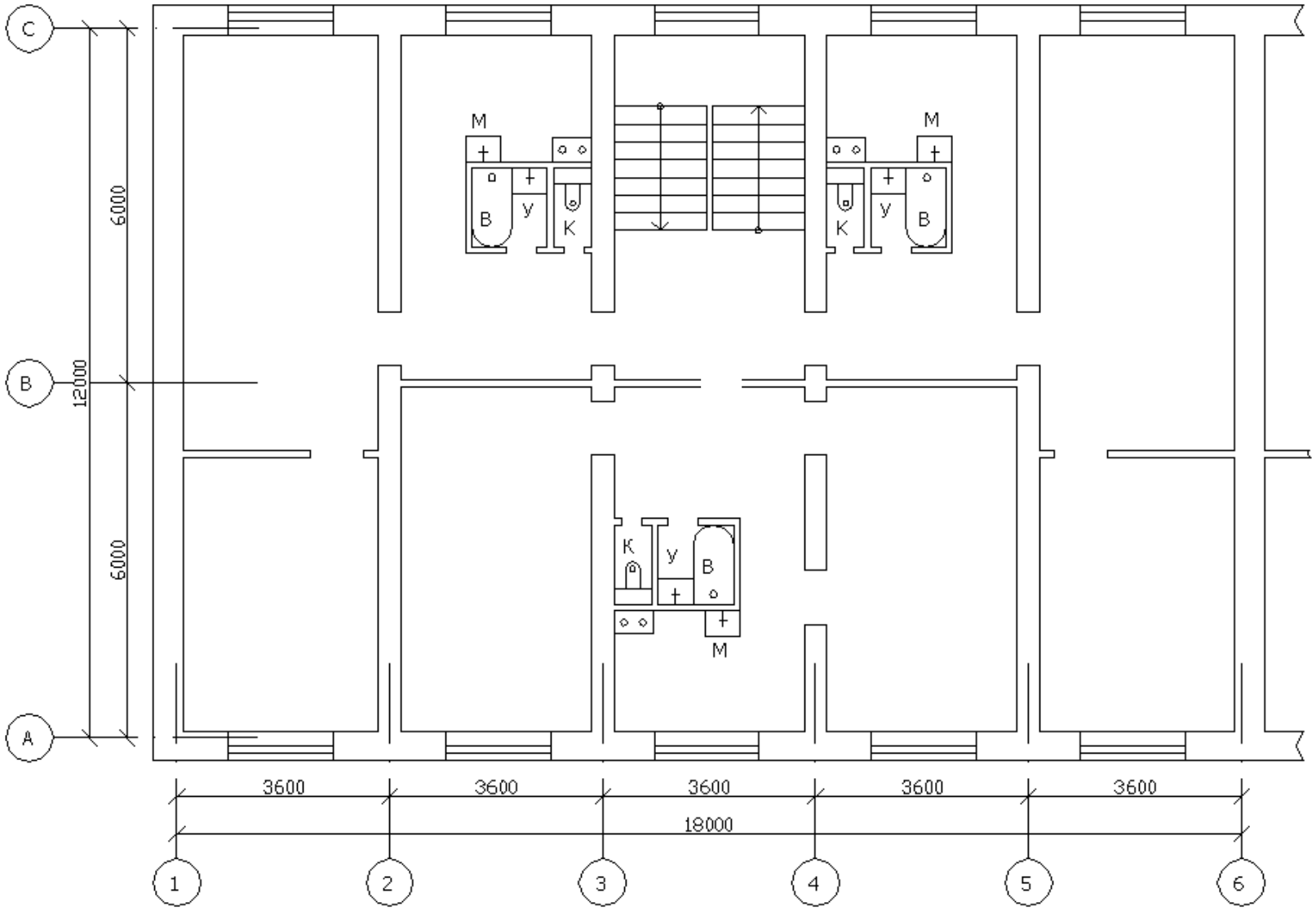

Рис. Б.1 – Вариант 1

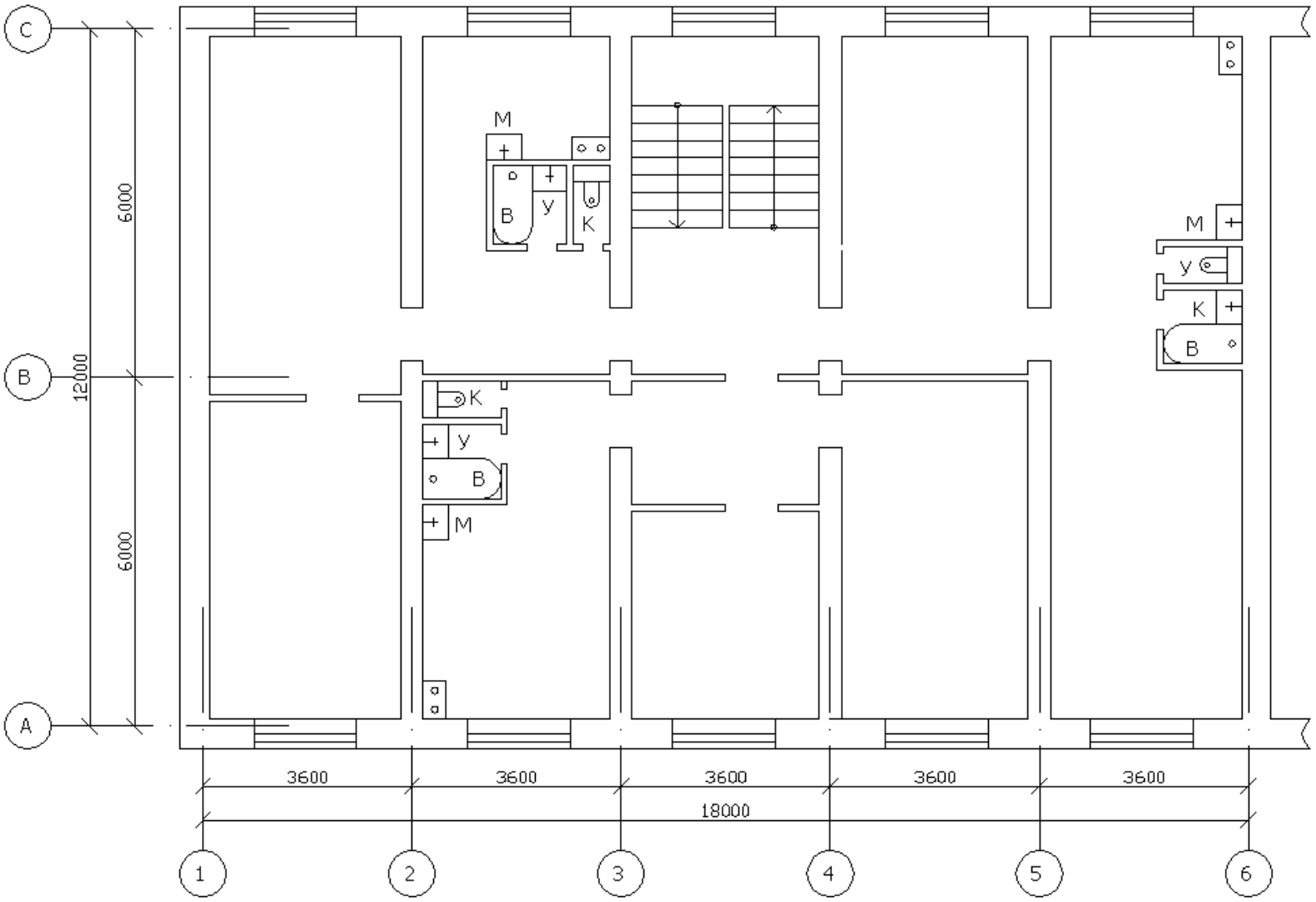

Рис. Б.2 – Вариант 2

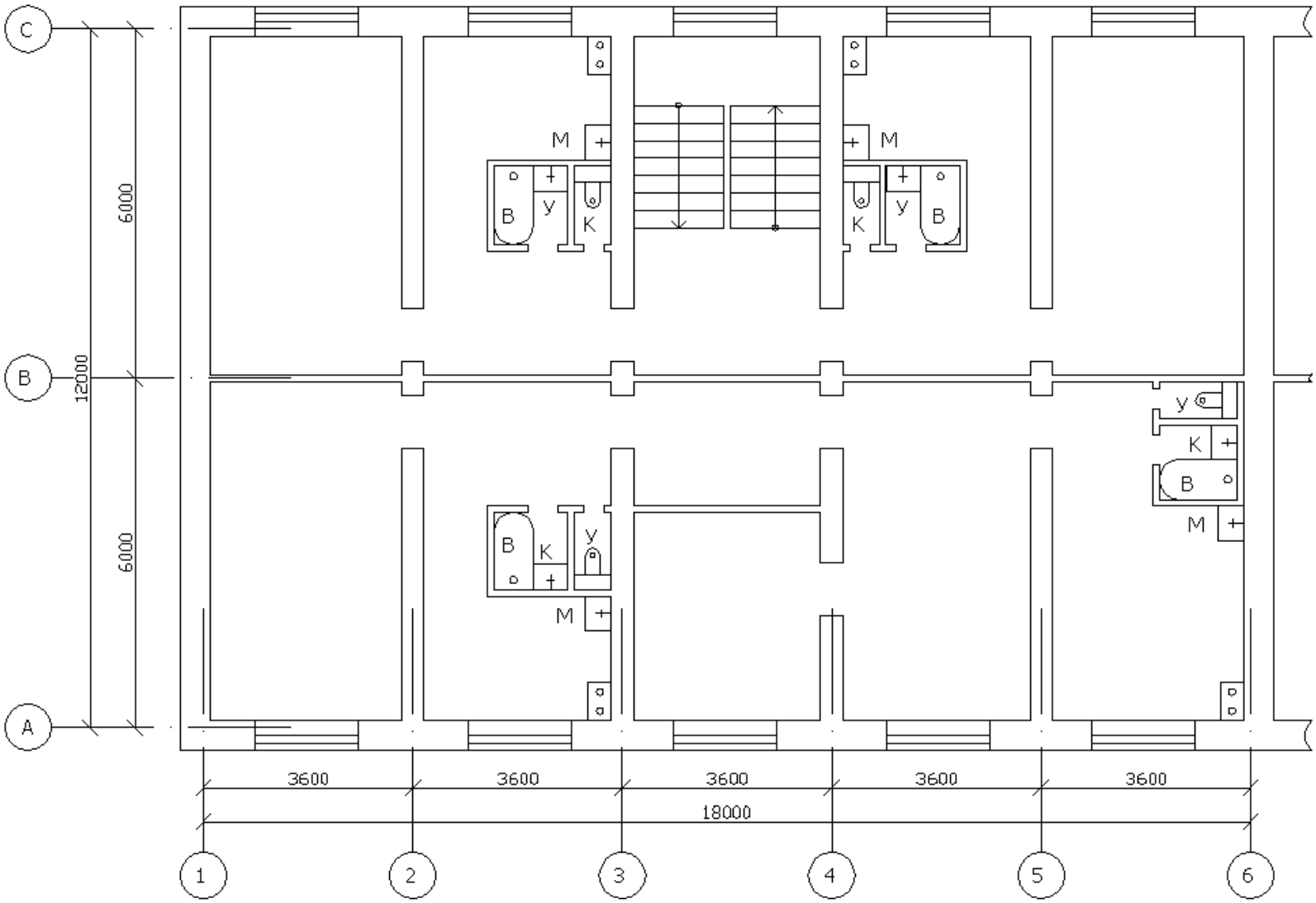

Рис. Б.3 – Вариант 3

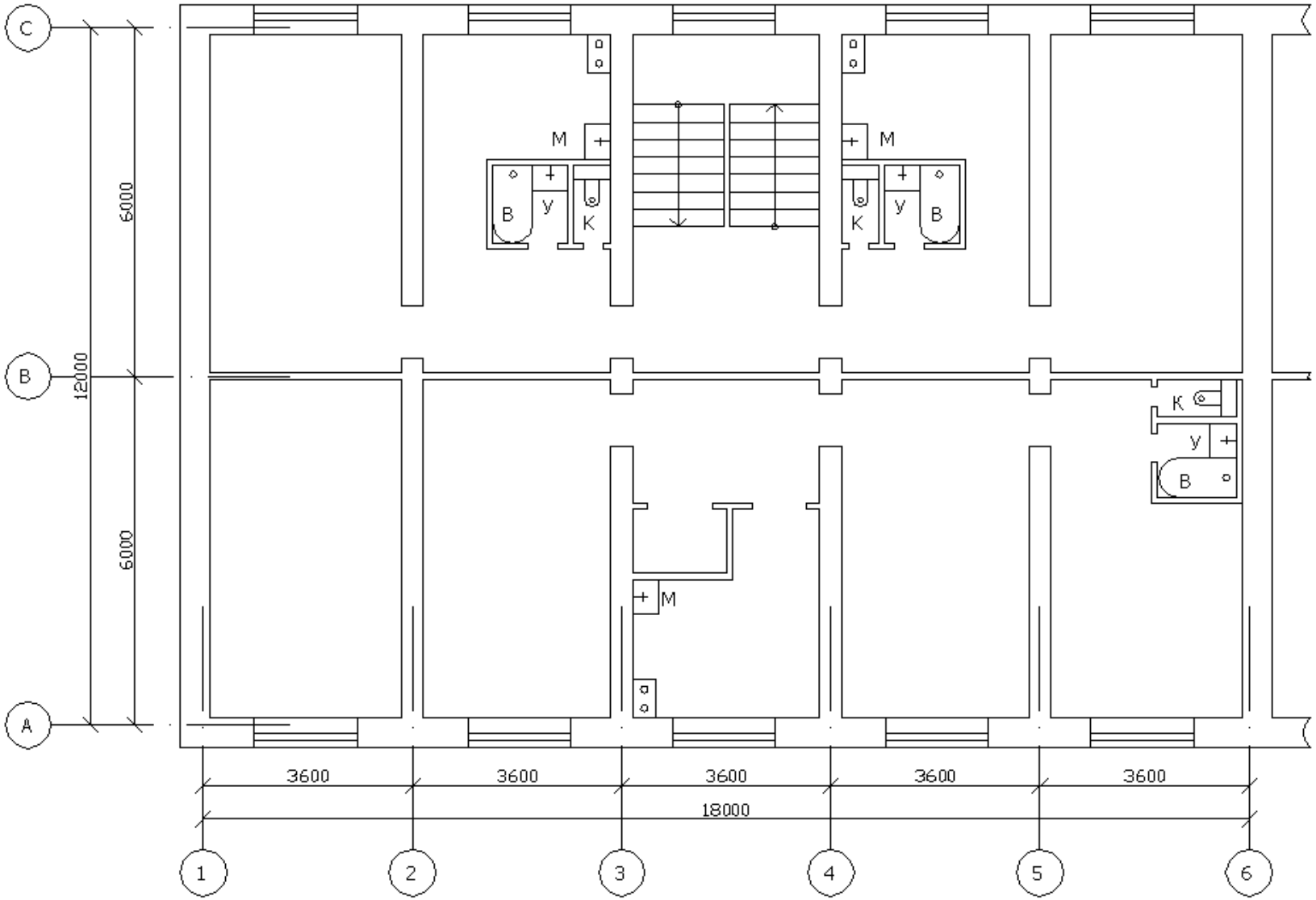

Рис. Б.4 – Вариант 4

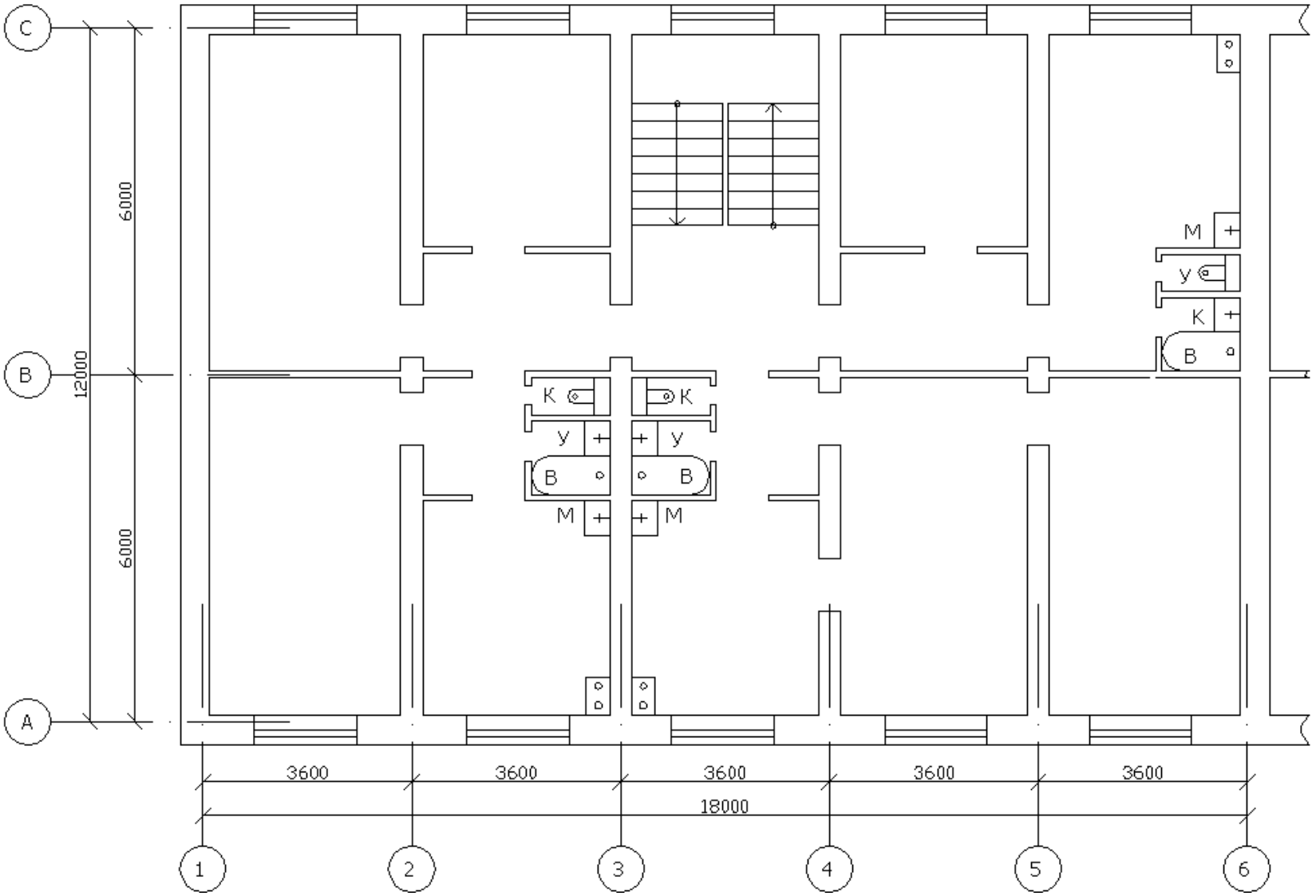

Рис. Б.5 – Вариант 5

Приложение В

Генпланы участков

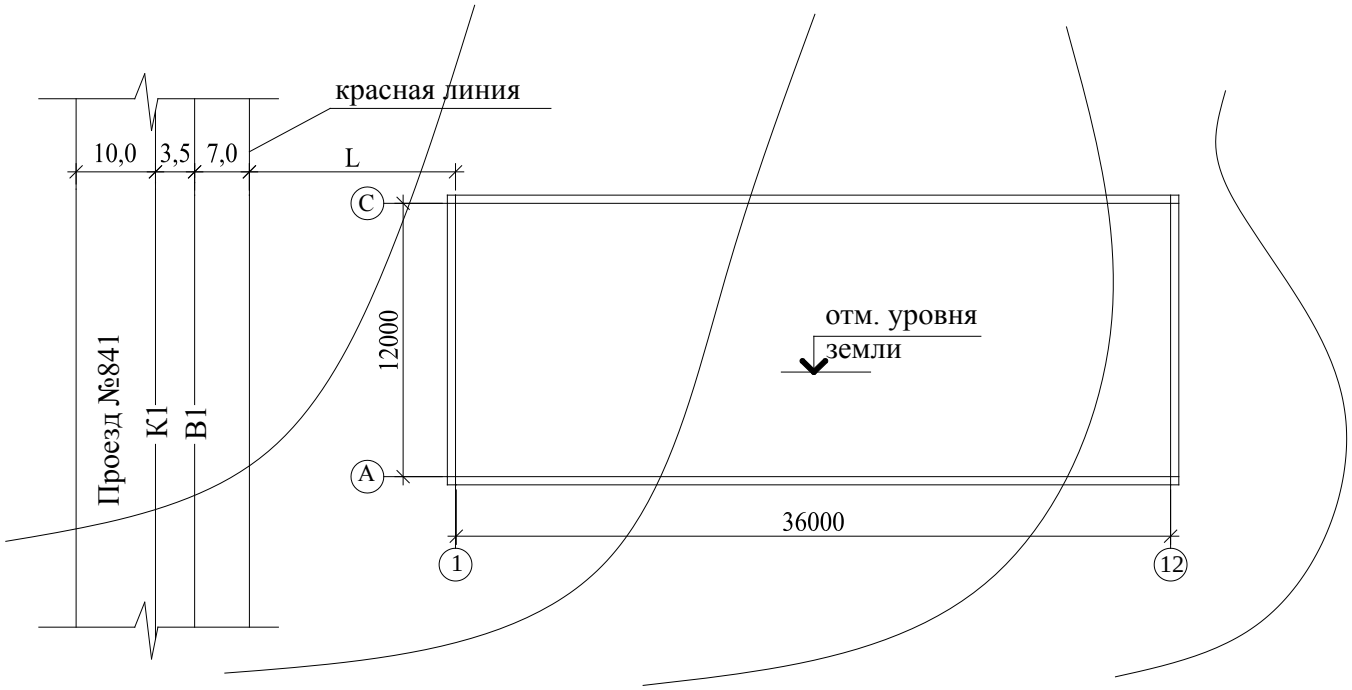

Рис. В.1 – Вариант 1

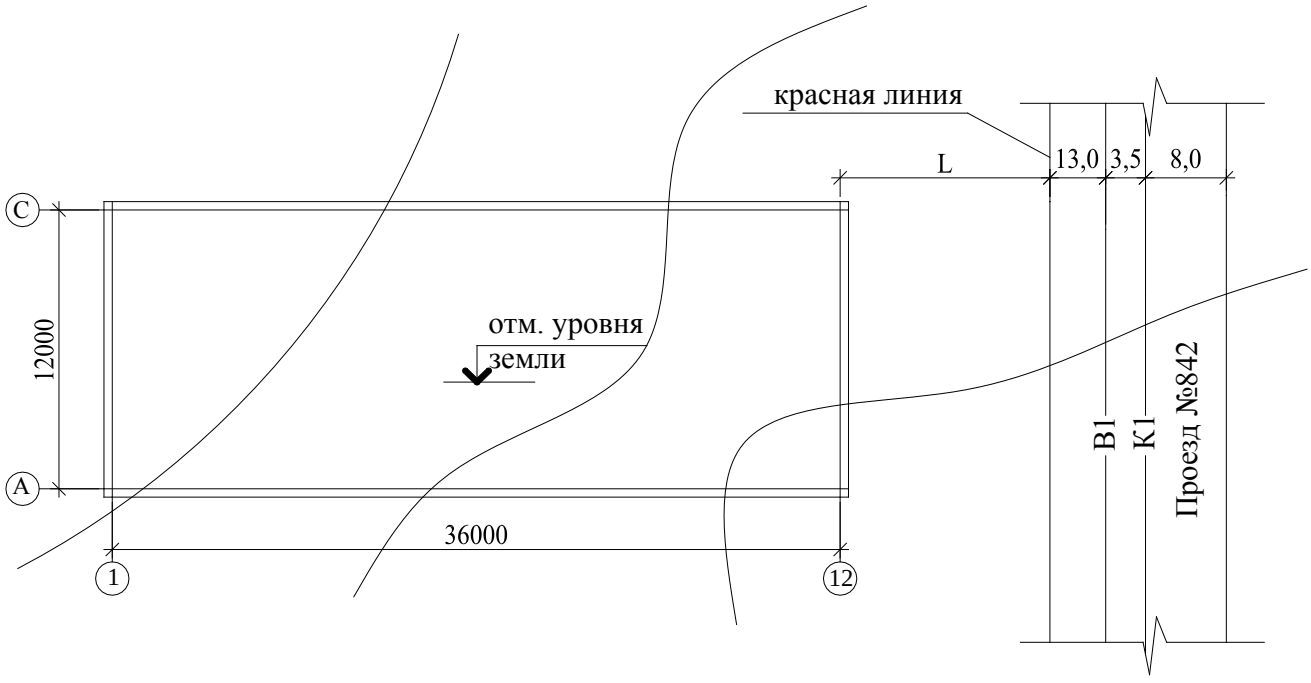

Рис. В.2 – Вариант 2

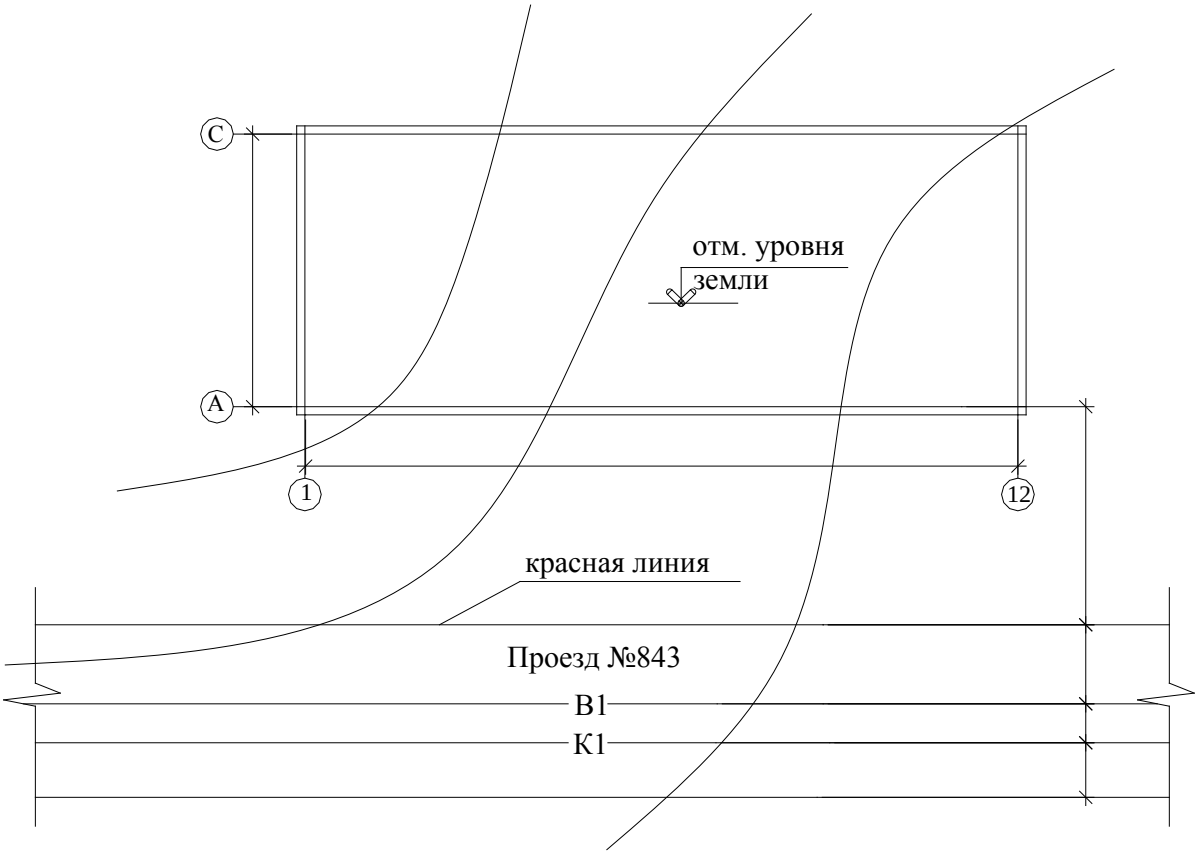

Рис. В.3 – Вариант 3

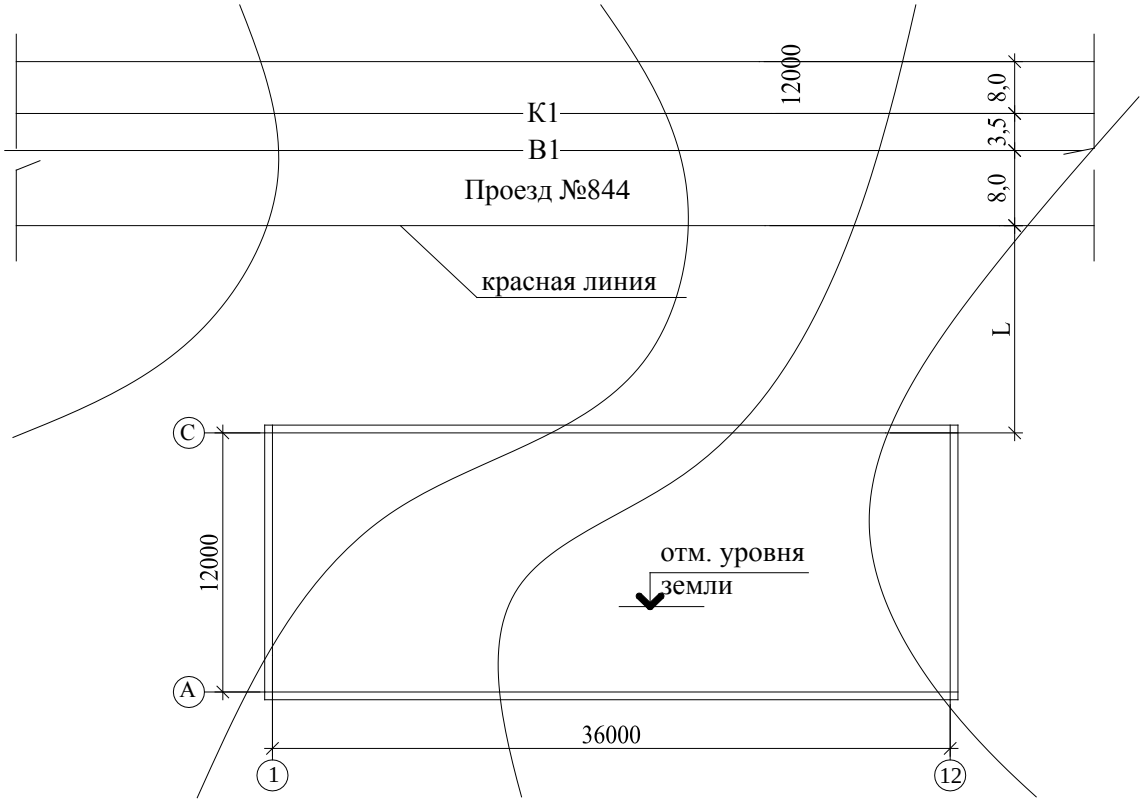

Рис. В.4 – Вариант 4

Приложение Г

Таблица Г.1 - Спецификация материалов и оборудования по ВК

№№ п/п	Наименование материала	Единица измерения	ГОСТ и ТУ
1.	Счетчик холодной воды крыльчатый d 20, 25 ВГХ-32	шт.	ТУ4213-001-032-150076-92
2.	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем фланцевая d 50,80,100 30с41нж1	шт.	ГОСТ 10194-78
3.	Клапан запорный проходной муфтовый d15, 20,25,32,40,50 15ч8п2	шт.	ТУ 26-07-1465-88
4.	Клапан запорный проходной фланцевый d 25,32,40,50 15ч9п2	шт.	ТУ 26-07-1472-88
5.	Кран поливочный, компл: а) клапан муфтовый d 20 15ч8р2 б) рукав резиновый напорный с текстильным каркасом L=20,0м d 20 В(П)-2,5-25-36-У	шт.	ГОСТ5761-74 ГОСТ18698-79 ГОСТ95839-75
6.	Чугунные водопроводные трубы класса А d 50, 65	м	ГОСТ 9583-75
7.	Водогазопроводные трубы оцинкованные d 15,20,25,32,40,45,50	м	ГОСТ3262-75
8.	Умывальник, УМПк2спбс компл: Смеситель СМ-УМ-Ц	шт.	ГОСТ 30493-96 ГОСТ 25809-96
9.	Мойка, МСК компл: Смеситель СМ-УМ-Ц	шт.	ГОСТ 23695-94 ГОСТ 25809-96

№№ п/п	Наименование материала	Единица измере-ния	ГОСТ и ТУ
10.	Ванна, ПВ-2 компл: Сифон с выпуском и переливом	шт.	ГОСТ 23695-94 ГОСТ 23289-94
11.	Унитаз, УНТЦ компл:	шт.	ГОСТ 30493-96
13.	Ревизия d 50 Р 50-ПНД	шт.	ГОСТ 22689.2-89
14.	Прочистка d 50	шт.	ГОСТ 22689.2-89
15.	Пластмассовые канализационные трубы ПНД d 50,100	м	ГОСТ 22689.2-89
16.	Керамические канализационные трубы d 50,100,125,150	м	ГОСТ 268-82

Приложение Д

Таблица Д.1 - Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Расчетный участок	Длина l, м	Число приборов N_i, шт.	Вероятность P	Произведение N_iP	Коэффициент α	Расход воды q^c, л/с	Скорость v, м/с	Диаметр труб d, мм	Г (1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1-2 2-3 3-4 и т. д. Ввод Итого									

Приложение Е

Таблица Е.1 - Гидравлический расчет внутренней канализации

№№ стояков и выпусков	Диаметр d, мм	Число приборов N_i, шт.	Вероятность p^{tot}	Произведение $N_i\,p^{tot}$	коэффициент α	Расход воды q^{tot}, л/с	Расход сточных вод			Наполнение H/d	Скорость v, м/с	Уклон i	Проверка пропускной способности	
							q_0^s, л/с	$q_{ст}^s$, л/с	$q_{вып}^s$, л/с				стояка $q_{ст}^{s,макс}$, л/с (по табл.3.2)	выпуск $v\sqrt{\frac{H}{d}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СтК1-1 СтК1-2 вып. К1-1 и т. д.														

Приложение Ж

Таблица Ж.1 - Гидравлический расчет дворовой канализационной сети

Участок сети	Длина участка l, м	Диаметр труб d, мм	Расход стоков q^s, л/с	Наполнение $\frac{H}{d}$	Скорость v, м/с	Уклон i	$v\sqrt{\frac{H}{d}}$	$i \cdot l$, м	Отметка лотков труб $Z_{ЛТ}$, м		Отметка поверхности земли $Z_{ЗЗ}$, м		Глубина колодцев, м
									в начале	в конце	в начале	в конце	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Приложение И

Значения безразмерных величин α и α_{hr} в зависимости от числа водоразборных приборов N, вероятности их действия P и использования P_{hr}

Таблица И.1 - Значения $P(P_{hr}) \leq 0,01$ при любой величине N и значения $P(P_{hr}) > 0,1$ при $N > 200$

N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}
Менее 0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,35	0,573	0,84	0,883
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,36	0,580	0,86	0,894
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,37	0,588	0,88	0,905
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,38	0,595	0,90	0,916
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,39	0,602	0,92	0,927
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,40	0,610	0,94	0,937
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,41	0,617	0,96	0,948
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,42	0,624	0,98	0,959
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,43	0,631	1,00	0,969
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,44	0,638	1,05	0,995
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,45	0,645	1,10	1,021
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,46	0,652	1,15	1,046
0.026	0,228	0,065	0,298	0,175	0,425	0,47	0,658	1,20	1,071
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,48	0,665	1,25	1,096
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,49	0,672	1,30	1,120
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,50	0,678	1,35	1,144
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,52	0,692	1,40	1,168
0,031	0,239	0,076	0,312	0,20	0,449	0,54	0,704	1,45	1,191
0,032	0,241	0.078	0,315	0,21	0,458	0,56	0,717	1,50	1,215
0,033	0,243	0,080	0,318	0,22	0,467	0,58	0,730	1,55	1,238
0,034	0,245	0,082	0,320	0,23	0,476	0,60	0,742	1,60	1,261
0.035	0,247	0.084	0,323	0,24	0,485	0,62	0,755	1,65	1,283
0.036	0,249	0,086	0,326	0,25	0,493	0,64	0,767	1,70	1,306
0,037	0,250	0,088	0,328	0,26	0,502	0,66	0.779	1,75	1,328
0,038	0,252	0,090	0,331	0,27	0,510	0,68	0,791	1,80	1,350

N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}	N P или N P_{hr}	α или α_{hr}
0,039	0,254	0,092	0,333	0,28	0,518	0,70	0,803	1,85	1,372
0,040	0,256	0,094	0,336	0,29	0,526	0,72	0,815	1,90	1,394
0,041	0,258	0,096	0,338	0,30	0,534	0,74	0,826	1,95	1,416
0,042	0,259	0,098	0,341	0,31	0,542	0,76	0.838	2,00	1,437
0,043	0,261	0,100	0,343	0,32	0,550	0,78	0,849	2,1	1,479
0,044	0,263	0,105	0,349	0,33	0,558	0,80	0,860	2,2	1,521
0,045	0,265	0,110	0,355	0,34	0,565	0,82	0,872	2,3	1,563

Приложение К

Таблица К.1 - Характеристика водомеров

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Эксплутаци-онный расход воды, $м^3/ч$	Минималь-ный расход воды, $м^3/ч$	Максималь-ный расход воды, $м^3/ч$	Макси-мальный объем воды за сутки,$м^3$	Гидравлическое сопротивление счетчика, S, м
15	1,2	0,03	3	45	1,11
20	2,0	0,05	5	70	0,40
25	2,8	0.07	7	100	0,204
32	4,0	0,105	10	140	0,1
40	6,4	0,170	16	230	0,039

Приложение Л

Таблица Л.1 - Для гидравлического расчета водопроводных сетей (Гост 3262-75) диаметром 10-65

Расход воды, л/с	Скорость, м/с движения воды (верхняя строка) и потери напора мм на 1м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	65
0,15	1,33 0,5912	0,82 0,1721	0,44 0,037	0,26 0,0108	-	-	-	-
0,16	1,41 0,6726	0,87 0,1946	0,47 0,0425	0,28 0,0121	-	-	-	-
0,17	1,50 0,7593	0,92 0,2177	0,50 0.0474	0,30 0,0135	-	-	-	-
0,18	1,59 0,8513	0,98 0,2421	0,53 0.0526	0,32 0,0149	-	-	-	-
0,19	1,68 0,9485	1,03 0,2627	0,56 0,058	0.33 0,0164	-	-	-	-
0,20	1,77 1,055	1,09 0,3616	0,66 0,0637	0,35 0,018	0,20 0,00436	-	-	-
0,25	2,21 1,642	1,36 0,4531	0,74 0,0958	0,44 0,0269	0,25 0,00678	-	-	-
0,30	2,65 2,365	1,63 0,6525	0,88 0,1341	0,53 0,037	0,30 0,00937	0,23 0,0048	-	-
0,35	3,09 3,219	1.90 0,9581	1,03 0,1785	0,62 0,0495	0,35 0,0123	0,27 0,0063		
0,40	-	2,18 1,160	1,18 0,229	0,70 0,0632	0,40 0,0157	0,30 0,00798	-	-
0,45	-	2,45 1,468	1,32 0,2883	0,79 0,0785	0,45 0,0194	0,34 0,00984	-	-
0,50	-	2,72 1,812	1,47 0,356	0,88 0,0953	0,50 0,0234	0,38 0,0114	-	-
0,55	-	2,99 2,193	1,62 0,410	0,97 0,1138	0,55 0,0278	0,42 0,0141	0,25 0,00405	-
0,60	-	-	1,77	1,06	0,60	0,45	0,27	-

Расход воды, л/с	Скорость, м/с движения воды (верхняя строка) и потери напора мм на 1м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм							
	10	15	20	25	32	40	50	65
			0,5126	0,1338	0,0326	0,0165	0,00472	
0,65	-	-	1,91 0,6016	1,14 0,1553	0,65 0,0377	0,49 0,0191	0,29 0,00544	-
0,70	-	-	2,08 0,6977	1,23 0,1785	0,70 0,0432	0,53 0,0218	0,32 0,00621	-
0,75	-	-	2,21 0.8009	1,32 0,2089	0,75 0,0491	0,57 0,0247	0,34 0,00702	0,20 0,0019
0,80	-	-	2,35 0,9223	1,41 0,2332	0,80 0,0553	0,61 0,0278	0,36 0,00788	0,21 0,00213
0,85	-	-	2,50 1,029	1,50 0,2632	0,85 0,0618	0,64 0,031	0,39 0,00878	0,22 0,00237
0.90	-	-	2,65 1,155	1,58 0,2931	0,90 0,0687	0,68 0,0345	0,41 0,00973	0,24 0,00252
0,95	-	-	2,80 1,285	1,67 0,3288	0,95 0,0759	0,72 0,036	0,43 0,0107	0,25 0,00289
1,00	-	-	2,94 1,424	1,76 0,3643	1,00 0,0835	0,76 0,0418	0,45 0,0118	0,26 0,00316
1,05	-	-	3,09 1,570	1,85 0,4017	1,05 0,0935	0,80 0,0435	0,48 0,0128	0,28 0,00345
1,25	-	-	-	2,43 0,688	1,31 0,143	0,99 0,0714	0,59 0,0194	0,36 0,00579

Приложение М

Форма титульного листа

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовой работе по дисциплине
«Водоснабжение и водоотведение»

Тема курсовой работы: « Санитарно-техническое оборудование многоэтажного жилого здания »

Студент Сидоров С.С.
Шифр
Группа
Факультет транспорта и строительства

Преподаватель _____ Иванов И. И.

Работа защищена с оценкой _____

Орел 2007