

Учебное издание

АСТАХОВ Николай Николаевич
ПИСАРЕВ Сергей Владиславович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ
ЗДАНИЙ**

Учебное пособие по курсовому проектированию

Редактор *Н.С. Дарымова*
Компьютерная верстка *А.С. Иванов*

Подписано в печать	_____
1804П	Бумага офсетная
Формат 60 x 90 <i>у.х.</i>	Печать офсетная Уч.-изд. л. 2,5
Рег. № 202	Тираж 100 экз. Заказ _____

Электростальский институт(филиал) Федерального
государственного образовательного учреждения высшего
образования «Московский политехнический университет»
144000, Московская обл., г. Электросталь, ул. Первомайская,
д.7. Тел. (496) 57-4-40-42

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
филиал Федерального государственного образовательного учреждения
высшего образования «Московский политехнический университет»

Кафедра промышленного и гражданского
строительства

Н.Н. Астахов, С.В. Писарев

**Проектирование систем водоснабжения
и водоотведения жилых зданий**

Учебное пособие по
курсовому проектированию

Рекомендовано
методическим советом института

ЭЛЕКТРОСТАЛЬ 2018

УДК 696.11
К59

Рецензент канд. техн.
наук, доцент *В.В. Бобров*

Астахов Н.Н., Писарев С.В.
К59 Проектирование систем водоснабжения и водоотведения жилых зданий: Учеб. пособие - 3-е изд. перераб. и доп. - Электросталь: ЭИ (ф) МПУ, 2018.- 36 с.

В пособии рассматривается методика проектирования систем водоснабжения и водоотведения жилых зданий; приведены методические рекомендации по конструированию и расчету внутренних систем водоснабжения и водоотведения, а также систем дворовой канализации. Приведены примеры расчета внутреннего водопровода с использованием программы Excel.

Пособие предназначено для студентов специальностей 290300 «Промышленное и гражданское строительство» и 291500 «Экспертиза и управление недвижимостью».

УДК 696.11

9. Приложения

Таблица 12
Зависимость а от числа приборов N и вероятности их действия Р

NP	a	NP	a	NP	a
Менее		0,14	0,389	0,6	0,742
0,015	0,2	0,15	0,399	0,7	0,803
0,015	0,202	0,16	0,41	0,8	0,86
0,02	0,215	0,17	0,42	0,9	0,916
0,03	0,237	0,18	0,43	1,0	0,969
0,04	0,256	0,2	0,449	1,1	1,021
0,05	0,273	0,22	0,467	1,2	1,071
0,06	0,289	0,24	0,485	1,3	1,12
0,07	0,304	0,26	0,502	1,4	1,168
0,08	0,318	0,28	0,518	1,5	1,215
0,09	0,331	0,3	0,534	1,6	1,261
0,1	0,343	0,35	0,573	1,7	1,306
0,11	0,355	0,4	0,61	1,8	1,35
0,12	0,367	0,45	0,645	1,9	1,394
0,13	0,378	0,5	0,678	2	1,437

Таблица 13
Таблица для гидравлического расчета стальных труб водопроводной сети

Расход воды, л/с	Скорость V, м/с и гидравлический уклон i, м вод. ст., при диаметре труб, мм													
	15		20		25		32		40		50		70	
	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i
Q10	059	0Д)	031	0021										
020	118	035	062	0074	037	Q021								
03)	177	081	094	Q155	055	Q048	031	ф1						
ОД)	235	144	125	Q355	Q75	Q074	Q42	ф2						
ОД)	295	224	1Д5	Q415	093	Q111	052	ф26	ОД)	Q013				
Q01			W	0538	112	Q155	Q5	ф37	043	Q018				
QD			218	0813	131	0210	Q73	ф5	055	Q025				
ОД)			2Д)	1Д52	1Д)	0274	084	ф5	064	Q031	03	ОДР		
1,0					W	Q45	105	ф9	ОД)	Q047	Q47	ф13		
1Д					224	Q616	125	013	095	Q055	057	ф18		
1,4					Я62	08»	145	СЦ8	111	Q058	Q65	ф24	Q4D	0(07
							Щ	033	143	Q144	085	0038	052	фП

Для гидравлического расчета
чугунных и керамических труб d=150 мм

Таблица 14

???

8. Литература

1. Калищун В. И., Кедров В. С, Ласков Ю. М. Гидравлика, водоснабжение и канализация. - М.: Стройиздат, 2004.
2. Строительные нормы и правила. Внутренний водопровод и канализация зданий. 2.04.01-85. - М.: 2000.
3. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Водопровод, канализация. -М.: Стройиздат, 1990.
4. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений. — М.: Высшая школа, 2001.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Проектирование внутреннего водопровода	5
3. Расчет сети внутреннего водопровода.....	9
4. Расчет системы водоснабжения здания на ЭВМ	19
5. Проектирование внутренней системы водоотведения	24
6. Проектирование и расчет дворовой сети водоотведения	28
7. Оформление расчетно-пояснительной записки	33
8. Литература	34
9. Приложения	35

1. Общие положения

Целью курсовой работы является закрепление знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса. Она дает возможность применить полученные знания при решении конкретных инженерных задач и прививает навыки пользования технической, справочной и нормативной литературой.

Курсовая работа состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть работы выполняется на двух листах чертежной бумаги формата А2 и включает следующее:

1.1. Планы типового этажа и подвала (или технического подполья) с нанесением всех трубопроводов систем водоснабжения и канализации здания, ввода водопровода, водомерного узла, канализационных выпусков.

1.2. Аксонометрическую схему внутреннего водопровода.

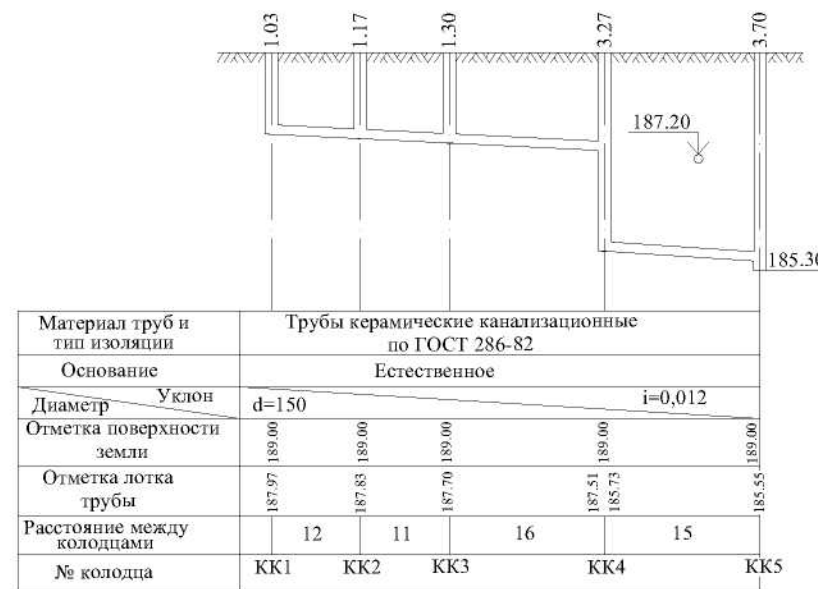
1.3. Разрез (развертку) по одному канализационному стояку (со всеми присоединенными к нему отводными трубопроводами) и выпуску.

1.4. Генплан участка застройки с проектируемыми и существующими наружными сетями.

1.5. Продольный профиль дворовой канализации.

1.6. Условные обозначения и спецификацию трубопроводов и санитарно-технического оборудования.

В расчетно-пояснительной записке следует привести: задание, краткое описание здания, санитарно-технического оборудования и запроектированной системы внутреннего водопровода, расчет внутренней водопроводной сети и подбор водомера с расчетными формулами и таблицами, описание запроектированной системы канализации, необходимые расчеты для построения профиля дворовой



7. Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна иметь объем 10-15 страниц и освещать следующие вопросы: задание, перечень санитарно-технического оборудования с краткой характеристикой приборов, выбор системы и схем внутреннего водопровода, описание конструктивного решения запроектированной внутренней водопроводной сети и ввода, расчет внутренней водопроводной сети, описание конструктивного решения системы канализации, описание дворовой канализационной сети с приведением расчетной таблицы, список использованной литературы.

Таблица 11

Результаты расчета дворовой канализации

№ участка	Расчетный расход сточных вод, q , л/с	Диаметр трубы, мм	Расчетное наполнение, h/d	Скорость V , м/с	Уклон трубы,	Длина участка, l , м	Отметка поверхности земли		Отметка лотка земли		Глубина колодца, м
							В начале	В конце	В начале	В конце	
КК1-КК2	3,1	150	0,3	0,7	0,012	12	189,00	189,00	187,97	187,83	1,03
КК2-КК3	3,8	150	0,33	0,73	0,012	11	189,00	189,00	187,83	187,70	1,17
КК3-КК4	3,8	150	0,33	0,73	0,012	16	189,00	189,00	187,70	187,51	1,30
КК4-КК5	3,8	150	0,33	0,73	0,012	15	189,00	189,00	185,73	185,55	3,27

6.1.6. Построить профиль дворовой канализации с учетом глубины промерзания грунта и присоединения труб способом «шелыга в шелыгу» (рис. 6.1). КК1 КК2

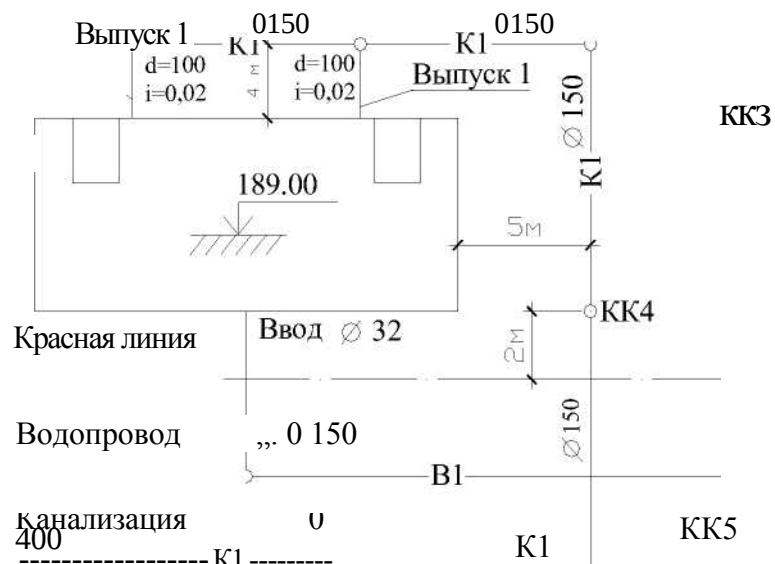


Рис. 6.1. Генплан участка.

канализации, проверку пропускной способности стояков и дворовой канализации.

В курсовой работе должны предусматриваться наиболее экономичные и надежные внутренние системы водоснабжения и канализации, учитывающие особенности проектируемого здания, возможности применения индустриального метода заготовки узлов систем, поточно-скоростного производства монтажных работ, удобство эксплуатации систем. Также эти системы должны быть увязаны с архитектурно-строительной частью проекта.

2. Проектирование внутреннего водопровода

Трассировка сети. В жилых зданиях высотой менее 12 этажей с подвалами или техническими подпольями проектируется хозяйственно-питьевой водопровод, выполняемый по тупиковой схеме с нижней разводкой.

Расположение трубопроводов определяется конфигурацией и планировкой здания, назначением помещений, размещением водоразборных приборов, способами прокладки трубопроводов.

При проектировании сетей трубы следует прокладывать прямолинейно, параллельно стенам здания, чтобы они имели наименьшую длину, не загромождали стен, не портили вида помещений.

Возможны два способа прокладки труб - открытый и скрытый.

В первом случае трубопроводы прокладывают открыто внутри помещений - по стенам и перегородкам, под потолком или у пола санитарно-технических узлов, кухонь и других помещений. При скрытой прокладке трубопроводы размещают в бороздах и нишах стен, закрываемых панелями, в бетонных блоках, в специальных шахтах, в подпольных каналах.

Разводящие горизонтальные магистральные трубопроводы в жилых зданиях следует прокладывать в подвальных и технических этажах, в технических подпольях. При отсутствии перечисленного - их прокладывают в подпольных каналах с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения с устройством съемного фриза, а также по стенам, допускающим открытую прокладку над полом.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам прокладывают с уклоном 0,002-0,005 для спуска воды из них. Уклон разводящих участков водопроводной сети принимают в сторону стояков или водоразборных точек, а магистральных трубопроводов - в сторону ввода. Подводки от стояков к водоразборной арматуре прокладывают на 0,10-0,25 м выше пола.

В помещениях с температурой воздуха ниже 2 °С предусматривают тепловую изоляцию труб.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки, стояки и подводки к приборам монтируют из стальных оцинкованных водопроводных труб. Допускается применение труб из полиэтилена высокой плотности.

Ввод водопровода. В жилых зданиях высотой менее 12 этажей допускается один ввод. Вводы прокладывают с уклоном не менее 0,003 в сторону наружной сети, обычно под углом 90° С к стене здания. При выборе места расположения ввода обязательно следует учитывать необходимость установки водомерного узла в здании непосредственно за первой его стеной, в помещении теплом и доступном.

В месте присоединения ввода к наружной сети сооружают колодец для размещения соединительных частей и задвижки.

стояка.

2. Расчет выполнить для условий примера 3.1.

3. Схема дворовой сети показана на рис. 6.1.

4. Отметка поверхности земли
189.00.

Стройплощадка спланирована.

5. Отметка лотка трубы городской канализации
185.30.

6. Отметка верха трубы городского водопровода
187.20.

7. Глубина промерзания грунта 1,2 м.

Порядок расчета

6.1.1. По формуле (3.2) определить вероятность действия приборов для всего здания

$$P_{\text{вс}} = \frac{1 - \alpha^4}{3600 - 1,6 - 100}$$

6.1.2. Вычислить значение NP для всех участков

$$NP_{\text{КК1-КК2}} = 0,0023 - 60 = 0,138$$

$$NP_{\text{КК2-КК5}} = 0,0023 - 100 = 0,23$$

6.1.3. По таблице 12 определить значение

коэффициента α для каждого участка

$$\alpha_{\text{КК1-КК2}} = 0,387, \quad \alpha_{\text{КК2-КК5}} = 0,476.$$

6.1.4. По формуле (6.1.) определить расчетный расход сточной жидкости на каждом участке

$$q_{\text{КК1-КК2}} = 5 - 1,6 - 0,387 = 3,1 \text{ л/с},$$

$$q_{\text{КК2-КК5}} = 5 - 1,6 - 0,476 = 3,8 \text{ л/с}.$$

6.1.5. По таблице 14 по расходу сточной жидкости определить уклон трубы, скорость движения сточной

жидкости и наполнение трубы.

С учетом ограничений по скорости ($>0,7 \text{ м/с}$) и наполнению ($0,3 < h/d < 0,5$) принимаем уклон $i = 0,012$.

Результаты расчета представлены в таблице 11.

Уклоны и допускаемые наибольшие расчетные наполнения трубопроводов бытовой канализации принимают по табл. 10.

Наибольший уклон трубопроводов канализационной сети не должен превышать 0,15.

Пропускную способность расчетных горизонтальных участков канализационных сетей рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей, составленным по формуле Н.Н. Павловского (таблица 14).

Таблица 10

Рекомендуемые уклоны и наполнения

Диаметр труб, мм	Наполнение	Уклоны:	
		нормальные	минимальные
50	Не более 0,5 диаметра трубы	0,035	0,025
100		0,02	0,012
125		0,015	0,01
150	Не более 0,6 диаметра трубы	0,01	0,008
200		0,008	0,005

Минимальные расчетные скорости следует принимать не менее самоочищающей скорости, которая для канализационной бытовой сети равна 0,7 м/с для труб диаметром 150-200 мм.

Максимальная расчетная скорость в металлических трубах допускается не более 8 м/с, для неметаллических труб - до 4 м/с.

Пример 6.1

Выполнить расчет системы водоотведения пятиэтажного жилого дома и построить профиль дворовой канализационной сети.

Исходные данные:

1. Здание имеет два выпуска. К первому выпуску подсоединены три стояка, ко второму выпуску - два

Подземную часть ввода прокладывают из чугунных напорных труб диаметром 50 мм и более по ГОСТ 9583-75 (классов ЛА, А и Б). Для ввода меньшего диаметра применяют стальные оцинкованные трубы. При диаметре вводов до 100 мм допускается применение пластмассовых труб.

Глубину заложения ввода принимают в зависимости от глубины заложения труб городского водопровода и глубины промерзания грунта.

При прохождении ввода под стеной (ленточные фундаменты, большая глубина заложения ввода) вертикальную часть прокладывают (для предохранения от промерзания) на расстоянии не менее 0,2 м от внутренней поверхности стены до наружного края борта раструба трубопровода.

При пересечении ввода со стеной или фундаментом его необходимо предохранить от повреждения. Для этого оставляют зазор над трубой 0,1 м и заполняют водонепроницаемым эластичным материалом (мятой глиной).

Расстояние по горизонтали между вводом водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных, это расстояние следует увеличивать на разность глубин заложения трубопроводов.

Ввод трубопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и пахучие жидкости; при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. При необходимости укладки ввода ниже канализационных трубопроводов применяют стальные трубы, заключенные в футляр.

Для учета расхода воды на вводах в здания устанавливают счетчики расхода воды (водомеры). Их необходимо размещать по возможности ближе к вводу от наружной сети и в легко доступном помещении с температурой не ниже 5° С.

Крыльчатые водомеры устанавливаются только горизонтально; турбинные - как горизонтально, так и вертикально. С каждой стороны водомера предусматривают запорную арматуру (вентили или задвижки). Между водомером и вторым (по движению воды) вентилем должен быть предусмотрен спускной кран.

Проектирование обводной линии у счетчика воды обязательно при наличии одного ввода в здание.

Проектирование санитарно-технических систем ведется на планах здания с увязкой вертикальных размеров по разрезам здания или отдельных помещений и монтажным положением приборов, подводок к ним, водоразборной арматуры и отводных трубопроводов.

Для этажей с однотипной планировкой и однотипным санитарно-техническим оборудованием вычерчивается план типового этажа и перечисляются все этажи, которым он соответствует. По всем другим этажам даются планы участков, на которых размещены отличающиеся от основного плана узлы и системы.

На плане вычерчивается трубопровод, маркируются его элементы, обозначаются запорная, регулирующая, водоразборная арматура и другие санитарно-технические приборы. Каждый участок трубопровода снабжают указанием его диаметра и уклона. Величину уклона показывают десятичной дробью, а направление - стрелкой.

Аксонметрическая схема выполняется во фронтальной изометрии с левой системой осей и коэффициентом искажения вдоль осей, равным единице. Если элементы схемы при вычерчивании накладываются

Для осмотра и прочистки канализационной сети на ней предусматривают смотровые колодцы, которые располагают на выпусках, на поворотах и прямых участках в зависимости от диаметра труб: 150 мм - 35 м, 200 мм - 50 м. Контрольный колодец располагают в конце дворовой сети за 1,5 - 2,0 м до красной линии.

Присоединение дворовой сети и уличной производится «шелыга в шелыгу». Перепад (если он есть) проектируется в контрольном колодце.

Дворовая канализация наносится на генплан участка с указанием всех выпусков, смотровых колодцев, диаметров, длин и уклонов.

На профиле дворовой канализации должны быть показаны абсолютные отметки поверхности земли и лотков труб, их диаметр, длина, уклон и глубина заложения, номера колодцев, масштабы, материал трубы, а также положение трубы городской сети водопровода, если трассы водопровода и канализации пересекаются. Профиль строится в горизонтальном масштабе 1:500 и вертикальном 1:100.

Расчетный расход бытовых сточных вод в жилых зданиях определяется по формуле:

$$q^1 = 5 q^1_o \times a, \text{ л/с} \quad (6.1)$$

где q^1_o - секундный расход стоков. Принимается по прибору, расход которого является наибольшим, табл. 1, л/с;

a - величина, определяемая в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке канализационной сети и вероятности их действия P_{tot} , принимается по таблице 12. P_{tot} , этом случае определяется по формуле (3.2).

Для прокладки выпуска в фундаменте здания или в стене подвала устраивают проемы высотой не менее 0,4 м. Расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 0,15 м. После укладки труб проемы заделывают мягкой глиной со щебнем.

Выпуски проектируют с уклоном 0,025-0,035 м при диаметре 50 мм и с уклоном 0,012-0,02 при диаметре 100 мм.

Разрезы и развертки составляют по отводным трубам, канализационному стояку, выпуску; т.е. от вытяжной части стояка до места присоединения к смотровому колодцу.

Развертку по отводным трубам можно вычертить для одного этажа. На развертке или разрезе необходимо показать условными обозначениями все фасонные части, гидравлические затворы, ревизии, прочистки, санитарные приборы, а также должен быть указан смотровой колодец, его номер, глубина, отметки лотка, поверхности земли и пола подвала, длина и угол выпуска.

6. Проектирование и расчет дворовой сети водоотведения

Дворовую канализационную сеть прокладывают параллельно наружным стенам здания, по кратчайшему пути к уличному коллектору. Расстояние от дворовой сети до фундамента здания зависит от длины выпуска.

Глубина заложения дворовой сети определяется отметкой наиболее заглубленного выпуска из здания.

Дворовая канализационная сеть проектируется из керамических (ГОСТ 286-82) или асбестоцементных безнапорных (ГОСТ 1839-80) труб. Диаметр труб определяется расчетом и принимается не менее 150-200 мм.

один на другой или непроизводительно занимают площадь чертежа, то делают обрыв и выносят часть изображения на свободное место.

Места обрыва в этом случае соединяют штриховой линией и обозначают малыми буквами русского алфавита.

Повторяющиеся элементы аксонометрической схемы, при однотипной планировке санитарных узлов и кухонь в нескольких этажах, допускается показывать только для одного (верхнего) этажа, с записью в примечаниях к листу о распространении приведенного изображения на ниже расположенные этажи и стояки. На остальных этажах показываются ответвления от стояков.

На аксонометрической схеме показывают арматуру, оборудование, места изоляции и пересечения трубопроводов со строительными конструкциями.

Вентили устанавливают на ответвлениях к стоякам, на ответвлениях в квартиры, перед поплавковыми кранами смывных бачков и поливочными кранами.

На схеме необходимо также показать абсолютные отметки поверхности земли у здания, пола подвала и этажей, оси труб ввода, водомерного узла, магистрали, поливочных кранов и диктующего водоразборного устройства.

3. Расчет сети внутреннего водопровода

Расчет внутреннего водопровода включает: определение расчетных расходов воды на отдельных участках сети и всего здания, подбор диаметров труб и водомера, определение гидравлического сопротивления системы.

Задачей гидравлического расчета внутреннего водопровода является определение экономических диаметров трубопроводов, обеспечивающих пропуск

расчетных секундных расходов воды ко всем водоразборным устройствам.

Расчет водопроводной сети выполняется в следующем порядке:

3.1. На аксонометрической схеме выбрать расчетное направление. За расчетное направление принимается направление от самой удаленной и высоко расположенной водоразборной точки (диктующей точки) до водомера на вводе.

3.2. На аксонометрической схеме сети наметить и пронумеровать расчетные участки. За расчетный участок принимают отрезок сети, заключенный между двумя ответвлениями.

3.3. Определить расчетные расходы воды на расчетных участках и для всего здания.

Гидравлический расчет сетей внутреннего водопровода должен производиться по максимальному секундному расходу воды. Максимальный секундный расход следует определять по формуле (3.1).

$$Q^o = 5 q^o \times a, \text{ л/с} \quad (3.1)$$

где q^o - расход воды отдельным прибором, л/с, определяется по таблице 1; при установке различных приборов, обслуживающих одинаковых потребителей на участке тупиковой сети, значение принимают по прибору, расход которого является наибольшим, табл. 2;

a - величина, определяемая в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P , принимается по таблице 12.

В жилых зданиях значение P следует определять по формуле (3.2) или (3.3), не учитывая ее изменение на отдельных участках сети:

Для обеспечения плавного поворота стояка в месте присоединения его к выпуску следует применять пологое колено или два отвода по 135° .

Смотровые колодцы предусматривают в местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети. Диаметры колодцев принимают следующие:

для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м - 700 мм;

при глубине заложения более 2 м и для труб диаметром более 200 мм - 1000 мм.

Минимальная глубина заложения выпуска у здания - не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее глубины промерзания почвы в данном районе на 0,3 м.

Длина выпуска стояка от прочистки до оси смотрового колодца равна:

- диаметр труб, мм	- 50	- 100;
- длина выпуска, м	- 8	- 12.

Длина выпуска от стены здания принимается равной 3-5 м.

Выпуск следует присоединить к наружной сети «шелыга в шелыгу» под углом не менее 90° (по направлению движения сточных вод).

Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра стояка. При устройстве общего выпуска от нескольких стояков диаметр выпуска определяется расчетом.

Канализационные выпуски из зданий необходимо проверять на выполнение условия:

$$V \sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0,6 \quad (5.1)$$

где V - скорость движения жидкости, м/с;

h/d — расчетное наполнение.

Таблица 8

Пропускная способность поэтажных отводов

Диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, град.	Допустимый расход, л/с, при диаметре стояка, мм		
		50	100	125
50	90	0,8	4,3	7,35
	60	1,21	6,4	11,0
	45	1,4	7,4	12,5
100	90	-	3,2	5,5
	60	-	4,87	8,3
	45	-	5,5	9,4

На сетях внутренней бытовой канализации для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии или прочистки.

На сетях, при отсутствии на них отступов, ревизии размещают в нижнем и верхнем этажах на высоте 1 м от пола, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединенных приборов. При наличии отступов, кроме того, устанавливается ревизия и на выше расположенном этаже. В жилых зданиях высотой более пяти этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже, чем через три этажа.

На горизонтальных участках сети наибольшие расстояния между ревизиями или прочистками принимают по табл. 9.

Таблица 9

Установка ревизий и прочисток

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние между:	
	ревизиями, м	прочистками, м
50	12	8
100-150	15	10
200 и более	20	-

На плане подвала следует показать выпуски из здания от стояков до смотровых колодцев на дворовой сети.

$$P_{tot} = q_{hr\ u}^{tot} \times U / 3600 \times q_o^{tot} \times N \quad (3.2)$$

$$P_c = q_{hr\ u}^c \times U / 3600 \times q_o^c \times N \quad (3.3)$$

где $q_{hr\ u}^{tot}$ - общая норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, (табл. 2), л. Принимается для зданий, оборудованных холодным водопроводом и системами местного горячего водоснабжения, P_{tot} в этом случае определяется по формуле (3.2);

$q_{hr\ u}^c$ - норма расхода холодной воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, (табл. 2), л. Принимается для зданий, оборудованных централизованным горячим водоснабжением, P_c , в этом случае определяется по формуле (3.3);

U — общее число потребителей в здании (число жителей);

N - общее число приборов, обслуживающих U потребителей.

3.4. Назначить диаметры трубопроводов на отдельных участках. Диаметры труб подводов к приборам определяют по табл. 1. Диаметры труб отдельных участков водопроводной сети назначают из расчета наибольшего использования гарантийного напора в наружной водопроводной сети.

Таблица 1

Расход воды и приборами	стоков санитарными					
	Расход воды, л/с				Миним. диаметры, мм	
Санитарные приборы						
1						
Раковина с водоразборным краном	0,15	0,15	50	0,3	10	40
Умывальник со смесителем	0,12	0,09	40	0,15	10	32
Мойка со смесителем в квартирах	0,12	0,09	60	0,6	10	40
Ванна со смесителем (в т.ч. общим для ванны и водогрейной умывальника)	0,25	0,18	200	0,8	10	40
То же с колонкой	0,22	0,22	300	1,1	15	40
Душевая кабина	0,12	0,09	80	0,6	10	40
Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	83	1,6		85

При подборе диаметров труб необходимо учитывать, что скорости движения воды в стальных трубах внутренних водопроводных сетей не должны превышать 3 м/с. Наиболее экономичными скоростями считают 0,9-1,2 м/с.

в конструкции приборов, либо устанавливаемые на выпуске от прибора.

Внутренние канализационные сети жилых зданий можно прокладывать открыто - в подпольях, в подвалах, коридорах, санитарно-технических узлах;

скрыто - с заделкой в строительные конструкции, в сборных блоках, панелях, бороздах стен.

Отводные трубы от приборов в санитарно-технических узлах, от раковин и моек в кухнях, как правило, прокладывают над полом с последующей облицовкой и устройством гидроизоляции.

Проектирование внутренней сети канализации также ведется на планах здания с увязкой вертикальных размеров по разрезам.

На плане типового этажа и плане подвала показывают канализационные стояки и отводные трубы. Диаметр канализационного стояка принимается в соответствии с табл. 8, но не менее наибольшего диаметра выпуска присоединенных приборов, табл. 1.

Расход сточной жидкости в стояке определяется по формуле (6.1). Максимальный уклон отводных линий не должен превышать 0,15.

Для осуществления вентиляции канализационной сети стояки выводятся на 0,3 м выше плоской кровли здания и заканчиваются обрезом трубы.

Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка.

Таблица 7

Расчет сети водоснабжения на ЭВМ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Участок	N	NP	£	Ч, л/с	4	V, м/с	1, мвод ст/м	1, м	Н 1, мвод ст/м
2	1-2	3	0,0195	0,227776	0,227776	15	1,2896	0,415898	1	0,540667
3	2-3	4	0,026	0,236872	0,236872	20	0,75437	0,105565	3	0,411704
4	3-4	8	0,052	0,268829	0,268829	20	0,856144	0,133318	3	0,51994
5	4-5	12	0,078	0,296845	0,296845	20	0,945368	0,160198	3	0,624772
6	5-6	16	0,104	0,322575	0,322575	20	1,027307	0,186977	3	0,72921
7	6-7	20	0,13	0,346727	0,346727	20	1,104225	0,213934	5	0,1390573
8	7-8	40	0,26	0,453582	0,453582	25	0,924497	0,114996	6	0,896971
9	8-9	60	0,39	0,547259	0,547259	25	1,115433	0,163114	2	0,424098
10	9-10	100	0,65	0,714047	0,714047	40	0,568509	0,025555	4	1,32887
11	Ввод	100	0,65	0,714047	0,714047	40	0,568509	0,025555	12	0,39866
12	Р								Н, л/с	6,06948
13	0,0065									

5. Проектирование внутренней системы водоотведения

Все здания, оборудуемые хозяйственно-питьевым водопроводом, должны иметь внутреннюю систему бытовой канализации. Отвод сточных вод предусматривается, как правило, по самотечным трубопроводам. Материал труб выбирают в зависимости от состава и температуры сточных вод, требований к прочности материала трубопроводов и экономии металла. Во внутренних системах канализации жилых зданий применяют чугунные канализационные трубы диаметром 50-150 мм по ГОСТ 9583-75*, а также пластмассовые по ГОСТ 18599-83* и ГОСТ 19034 – 82*.

Раструбы чугунных канализационных труб заделывают смоляной прядью, после чего зачеканивают раструбы асбестоцементом или цементом на глубину 20 мм. Можно заливать раструбы раствором расширяющегося цемента или нагретой серой по предварительной заделке двумя витками смоляной пряди, а также современными герметиками.

Санитарные приборы и другие приемники сточных вод должны иметь гидравлические затворы (сифоны) либо

Таблица 2

Нормы расхода воды потребителями

Потребители	Нормы расхода воды, л						
	Измеритель	В сутки наибольшего водопотребления		В час наибольшего водопотребления		Расход воды прибором, л/с	
		общая tot	холодная с l u	общая C	холодная	общий	холодной Y0
1	2	3	4	5	6	7	8
Жилые дома с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	120	120	6,5	6,5	0,2	0,2
То же, с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом	1 житель	180	180	8,1	8,1	0,3	0,3
То же, с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми	1 житель	225	225	10,5	10,5	0,3	0,3
Жилые дома с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами	1 житель	230	130	12,5	4,6	0,2	0,14
То же, с сидячими ваннами, оборудованными душами	1 житель	275	165	14,3	5,1	0,3	0,2
То же, с ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными	1 житель	300	180	15,6	5,6	0,3	0,2

В жилых зданиях высотой до пяти этажей стояки по всей высоте могут иметь одинаковый диаметр.

3.5. Определить потери напора на трение на отдельных участках по всей длине расчетного направления.

Потери напора на трение внутренних водопроводных сетей рекомендуется определять по таблицам гидравлического расчета водопроводных труб (таблица 13).

При определении потерь напора на трение с помощью таблиц гидравлического расчета используется формула (3.4):

$$H = i \times l \times (1 + K), \text{ м вод. ст.} \quad (3.4)$$

где i - потери напора на 1 м длины трубопровода (таблица 13);

1 - длина участка трубопровода, м;

K - коэффициент, учитывающий дополнительные потери напора на местные сопротивления; для сетей хозяйственно-питьевого водопровода жилых зданий K=0,3.

Результаты гидравлического расчета сводят в табл. 3.

Таблица 3

Ведомость гидравлического расчета системы

№ расчетных участков	Количество приборов N	Вероятность действия P	NP	a	Расчетный расход	Диаметры трубы фжс	Скорость движения воды V, м/с	Удельные потери напора $\lambda \cdot l / 8g$	Длина участка l, м	Потери напора мвод
1-2										
2-3										
3-4										
и т. д.										
Ввод										

3.6. Подобрать счетчик расхода воды (водомер). Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода (q_T) воды за сутки, который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по табл. 4:

$$q_T = q_u^c \times U / 1000 T, \quad \text{м}^3 / \text{ч} \quad (3.5)$$

где q_u^c - норма расхода воды потребителем в сутки, л (таблица 2);

U - число жителей в здании;

T=24 часа.

Потери напора в водомере определяется по формуле (3.6):

$$h = S \times q^2 \quad \text{м вод. Ст.} \quad (3.6)$$

где S - сопротивление водомера, зависящее от его

Пример 4.2

Подобрать диаметры труб для всех участков системы водоснабжения примера 3.1 при гарантийном напоре $H_g = 25,5$ м вод. ст.

Порядок расчета

4.2.1. Определить из формулы (3.7)

необходимое

значение суммы потерь напора во внутренней сети $H_{i,tot}$ (остальные члены уравнения постоянны) при условии $H_T = H_g$.

$$H_{i,tot} = H_T - H_f - h - H_{geom} = 25,5 - 3 - 1,31 - 15 = 6,19 \text{ м вод. ст.}$$

4.2.2. Выполнить пункты 4.1.1 - 4.1.14.

4.2.3. Изменить значения диаметров труб на отдельных участках таким образом, чтобы получить значение $H_{i,tot}$, равное или несколько меньшее 6,19 м. вод. ст.

Диаметры труб должны плавно возрастать (принцип телескопичности) от диктующей точки до ввода.

Для достижения необходимого результата в рассматриваемом случае оказалось достаточным на участке 9-10 и вводе заменить диаметры труб с 32 мм на 40 мм.

В результате сумма потерь напора в сети стала равной $H_{i,tot} = 6,07$ м. вод. ст.

4.2.4. Выполнить пункт 4.1.15.

4.2.5. Выполнить пункт 4.1.16.

$$H_T = 15 + 6,07 + 1,31 + 3 = 25,38 < 25,5 \text{ м вод.ст.}$$

Результат расчета приведен в таблице 7.

4.1.14. Просуммировать результат расчета на всех участках. Для этого выделить все заполненные ячейки столбца J и щелкнуть левой кнопкой мыши по значку E, расположенному на панели инструментов. Результат получим в ячейке 12J (для условий примера 4.1).

4.1.15. Оформить программу, заполнив первые строки столбцов A, B, C, D, E, F, G, H, I, J их названиями: номер участка, число приборов N, NP, a, q, d, v, i, 1, Hi.

Данному файлу присвоить имя, занести в соответствующую папку и распечатать. Результат приведен в таблице 6

Таблица 6

Расчет сети водоснабжения на ЭВМ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Участок	N	NP	£	q, л/с	4	V, м/с	1, мвод ст/м	1, м	Н 1, мвод ст/м
2	1-2	3	0,0195	0,227776	0,227776	15	1,2896	0,415898	1	0,540667
3	2-3	4	0,026	0,236872	0,236872	20	0,75437	0,105565	3	0,411704
4	3-4	8	0,052	0,268829	0,268829	20	0,856144	0,133318	3	0,51994
5	4-5	12	0,078	0,296845	0,296845	20	0,945368	0,160198	3	0,624772
6	5-6	16	0,104	0,322575	0,322575	20	1,027307	0,186977	2	0,72921
7	6-7	20	0,13	0,346727	0,346727	20	1,104225	0,213934	5	1,390573
8	7-8	40	0,26	0,453582	0,453582	25	0,924497	0,114996	6	0,896971
9	8-9	60	0,39	0,547259	0,547259	25	1,115433	0,163114	2	0,424098
10	9-10	100	0,65	0,714047	0,714047	32	0,888295	0,077474	4	0,402867
11	Ввод	100	0,65	0,714047	0,714047	32	0,888295	0,077474	12	1,2086
12	P								НМО=	7,149401
13	0,0065									

4.1.16. По формулам (3.6 и 3.7) определяем требуемый напор в наружной сети

$$H_T = 15 + 7,15 + 2,6 - 0,71^2 + 3 = 26,46 \text{ м вод. ст.}$$

Незначительные расхождения данных ручного расчета (таблица 5) и расчета на ЭВМ по предложенной программе (таблица 6) связаны с использованием в ней приближенной формулы (4.1) и условного диаметра труб вместо внутреннего.

Программа расчета на ЭВМ позволяет оперативно вносить изменения в параметры системы водоснабжения (диаметр или длина участка) и получить новое значение гидравлического сопротивления системы.

конструкции, табл.4;

q - расчетный секундный расход воды в здании, определяемый по формуле (3.1), л/с.

При этом следует учитывать, что потери напора при пропуске расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды не должны превышать в крыльчатых водомерах 2,5 м, в турбинных - 1 м.

Таблица 4

Параметры счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Эксплуатационный расход, м³/ч	Сопротивление водомера, S
15	1Д	14,4
20	2	5,18
25	2,8	2,6
32	4	1,3
40	6,4	0,5
50	12	0,143

3.7. Определить требуемый напор в наружной сети у ввода в здание. Требуемый напор H определяют по формуле (3.7):

$$H_T = H_{geom} + H_{Ua} + h + H_f \quad (3.7)$$

где H_{geom} - высота расположения расчетной точки водопотребления от поверхности земли, м;

H_{i,tot} - сумма потерь напора во внутренней сети, м;

h - потери напора в водомере, м; H_f - необходимый свободный напор у точки водопотребления, (табл. 1), м.

Требуемый напор должен быть равен или меньше гарантийного в наружной сети:

$$H_T < H_g \quad (3.8)$$

При несоблюдении этого условия необходимо изменить диаметр труб на отдельных участках и скорректировать гидравлический расчет. Если давление в наружной сети меньше требуемого, можно увеличить диаметр труб внутренней сети или установить насос внутри здания для повышения давления. Давление, развиваемое насосом, должно быть равно разности требуемого и располагаемого (гарантируемого) давлений.

Пример 3.1

Выполнить расчет системы водоснабжения пятиэтажного жилого дома.

Исходные данные:

1. Система тупиковая с нижней разводкой.
2. В каждой квартире установлены: мойка со смесителем, умывальник со смесителем, ванна со смесителем, унитаз со смывным бачком.
3. В здании предусмотрено централизованное горячее водоснабжение.
4. Гарантийный напор H_g в наружной сети равен 27,0 м вод. ст.
5. Число жителей в доме $U=84$ человека.
6. Высота этажа 3 м.
7. Высота цоколя 1 м.

Порядок расчета

3.1.1. На аксонометрической схеме системы водоснабжения (рис.3.1) выбираем расчетное направление. Это направление проходит от душевой сетки смесителя ванной на пятом этаже стояка Ст.В1-1 (диктующая точка) до водомера на вводе. Разбиваем расчетное направление на девять расчетных участков и вводим и нумеруем их.

3.1.2. На каждом расчетном участке определяем количество приборов N .

3.1.3. Вычисляем вероятность действия приборов P_c по формуле (3.3):

4.1.8. В столбце Е вычислить расход воды на каждом участке по формуле (3.1); для этого в ячейке Е2 выполнить команду $=5 \times 0,2 \times D2$ Enter.

Для ячейки Е2 выполнить процедуру, аналогичную описанной, в пункте 4.1.6.

4.1.9. В столбец F, начиная с ячейки F2, ввести значения диаметров труб на каждом участке в мм (в качестве примера можно воспользоваться значением диаметров, приведенных в таблице 5).

4.1.10. В столбце G вычислить скорость движения воды по формуле

$$V = 4q / \pi d^2, \text{ м/с} \quad (4.3)$$

для этого в ячейке G2 выполнить команду $=E2 \times 4 \times 1000 / (3,14 \times F2 \times F2)$ Enter.

Для ячейки G2 выполнить процедуру, аналогичную описанной в пункте 4.1.6.

4.1.11. В столбце H вычислить удельные потери давления для каждого участка по формуле (4.2). Для этого в ячейке H2 выполнить команду $=0,00148 \times (0,001 \times E2)^2 \times (1 + 0,867 / G2)^{0,3} \times (0,001 \times F2)^{5,3}$ Enter.

Для ячейки H2 выполнить процедуру, аналогичную описанной в пункте 4.1.6.

4.1.12. В столбец I, начиная с ячейки I2, ввести значения длины каждого участка системы в метрах.

4.1.13. Вычислить потери напора на каждом участке по формуле (3.4). Для этого в ячейке J2 выполнить команду $=1,3 \times H2 \times I2$ Enter.

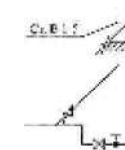
Для ячейки J2 выполнить процедуру, аналогичную описанной в пункте 4.1.6.

$$i = 0,00148 (q^2 / d^{5/3}_p)(1 + 0,867 / V)^{0,3},$$

м вод. ст./м, (4.2)

где q - расход воды, м³/с;

d_p - расчетный внутренний диаметр трубы, м.



Пример 4.1

Расчет выполнить для условий примера 3.1.

Порядок расчета

4.1.1. Вызвать программу Excel.

4.1.2. Заполнить в столбце А, начиная с ячейки А2, номера участков системы от диктующего водоразборного устройства до ввода 1-2, 2-3, 3-4 и т.д. Последний участок обозначим словом «Ввод».

4.1.3. В столбец В, начиная с ячейки В2, ввести значения количества приборов N на каждом участке.

4.1.4. В ячейку А12 ввести обозначение вероятности действия приборов Р, а в ячейку А13 - ее значение,

вычисленное по формуле (3.3), равное 0,0065.

4.1.5. В столбце С вычислить произведение вероятности действия приборов на число приборов на каждом участке; для чего в ячейке С2 выполнить команду = \$А\$13*В2 Enter.

4.1.6. Подвести курсор к ячейке С2 и нажать левую кнопку мыши. Появится табличный курсор. Подвести курсор к правому нижнему углу табличного курсора и при появлении черного крестика нажать левую кнопку мыши, и протянуть по столбцу С для всех участков.

4.1.7. В столбце D вычислить значение коэффициента α по формуле (4.1); для этого в ячейке D2 выполнить команду = 0,19+((0,65*С2)^{1/0,75}) Enter. Для ячейки D2 выполнить процедуру, аналогичную описанной в пункте 4.1.6.

$$P_c = 5,6 \times 84 / 3600 \times 0,2 \times 100 = 0,0065$$

3.1.4. Вычисляем на каждом участке значение NP .

3.1.5. По таблице 12 определяем значение коэффициента α для каждого участка.

3.1.6. По формуле (3.1) рассчитываем максимальный секундный расход на каждом участке.

3.1.7. Задаваясь значениями диаметров d по таблице 13 в зависимости от расхода q определяем удельные

потери давления (гидравлический уклон) i и скорость движения воды V . На первом участке диаметр трубы задается конструктивно в зависимости от диаметра резьбы водоразборного устройства (для смесителя ванны $d = 15$ мм). На остальных участках диаметр подбирается с учетом экономических скоростей (0,9 - 1,2 м/с).

3.1.8. По формуле (3.4) определяем потери напора на каждом участке и всей системы в целом.

Результаты расчета приведены в таблице 5.

3.1.9. Подбираем счетчик воды.

По формуле (3.5) рассчитываем среднечасовой расход воды за сутки:

$$a_m = \frac{180-84}{1000-24} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По формуле (3.6) определяем гидравлическое сопротивление водомера:

$$h = 2,6 - 0,77^2 = 1,54 \text{ м вод. ст.} < 2,5 \text{ м вод. ст.}$$

Таким образом, с учетом всех требований к установке принимаем крыльчатый водомер калибра (диаметр условного прохода) 25 мм.

3.1.10. Определяем геометрическую высоту подачи воды (разность отметок диктующей точки и поверхности земли). Эту величину можно определить по формуле (3.9).

$$H_{geom} = h_u + B_{эл}(П-1) + h_{пр}, \text{ М}, \quad (3.9)$$

где h_u - высота цоколя, м; $h_{пр}$

- высота этажа, м; $П$ -

число этажей;

$h_{пр}$ - высота расположения над полом диктующего прибора, м;

$$H_{geom} = 1 + 3(5-1) + 2 = 15 \text{ М}.$$

3.1.11. По формуле (3.7) определяем требуемый напор в наружной сети у ввода в здание:

$$H_T = 15 + 6,96 + 1,54 + 3 = 26,50 \text{ м вод. ст.} < 27,0 \text{ м вод. ст.}$$

ст.

Условие (3.8) выполнено.

При несоблюдении условия (3.8) или при слишком большой разности (более 1 м вод. ст.) необходимо изменить диаметр на отдельных участках.

Таблица 5

Результаты гидравлического расчета системы водоснабжения

№ п/п	Участок	N	P	NP	£	q, л/с	d, мм	V, м/с	i, мвод ст/м	l, м	HI, мвод ст/м
1	1-2	3	0,0065	0,0195	0,203	0,2	15	1,18	0,36	1	0,47
2	2-3	4		0,026	0,228	0,23	20	0,72	0,098	3	0,38
3	3-4	8		0,052	0,276	0,28	20	0,88	0,139	3	0,54
4	4-5	12		0,078	0,315	0,32	20	1,0	0,177	3	0,69
5	5-6	16		0,104	0,348	0,35	20	1,1	0,211	3	0,82
6	6-7	20		0,13	0,376	0,38	20	1,19	0,244	5	1,59
7	7-8	40		0,26	0,502	0,5	25	0,93	0,111	6	0,87
8	8-9	60		0,39	0,603	0,6	25	1,12	0,156	2	0,41
9	9-10	100		0,65	0,773	0,77	32	0,81	0,057	4	0,3
10	Ввод	100		0,65	0,773	0,77	32	0,81	0,057	12	0,89

$H_{\Sigma} = 6,96$

4. Расчет системы водоснабжения здания на ЭВМ

Расчет системы водоснабжения здания рекомендуется выполнять с использованием программы Excel. Для этого необходимо заменить данные таблицы 12 и таблицы 13 математическими зависимостями.

Данные таблицы 12 с достаточной точностью аппроксимируются формулой:

$$a = 0,19 + (0,65 - NP)^{0,75} \quad (4.1)$$

Для определения удельных потерь давления (гидравлического уклона) используем формулу для $V < 1,2 \text{ м/с}$ [1]