

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВПО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



Кафедра
технологии, организации и экономики строительства

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ с основами гидравлики

Методические рекомендации по проектированию
внутреннего водопровода и канализации жилого здания,
для студентов специальностей:
08.03.01 «Строительство»
для очной и заочной форм обучения.



КАРАВАЕВО
КГСХА
2015

УДК 628.1/.2(035.5)

ББК 38.761

В 62

Составители: сотрудники кафедры технологии, организации и экономики строительства Костромской ГСХА: *старший преподаватель И.Р. Большакова; доцент, к.т.н. Дубровина Ю.Ю. и др.*

Рецензент:

*Рекомендовано к изданию
методической комиссией архитектурно-строительного факультета,
протокол №10 от 23марта 2015 года.*

В 62 **Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики :**

методические рекомендации по проектированию внутреннего водопровода и канализации жилого здания для студентов специальностей 08.03.01. «Строительство» для очной и заочной форм обучения / сост. И.Р. Большакова и др.; — Кострома : ГСХА, 2015. — 118 с.

В методических рекомендациях приведены краткие теоретические сведения по проектированию водопровода и канализации жилого дома, классификация систем водоснабжения и канализации и основные расчетные формулы и таблицы, а также контрольные вопросы и список источников.

Методические рекомендации по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» предназначены для студентов специальности 08.03.01. «Строительство» для очной и заочной форм обучения.

УДК 628.1/.2(035.5)

ББК 38.761

© ФГБОУ ВПО Костромская ГСХА, 2015

© сост. И.Р. Большакова, составление, 2015

© Оформление, РИО КГСХА, 2015

Учебно-методическое издание

Водоснабжение и водоотведение : методические рекомендации по проектированию внутреннего водопровода и канализации жилого здания для студентов специальностей 08.03.01. «Строительство» для очной и заочной форм обучения / сост. И.Р. Большакова; Дубровина Ю.Ю. и др.— Кострома : ГСХА, 2015. — 118 с.

Гл. редактор Н.В. Киселева
Редактор выпуска Т.В. Тарбеева
Корректор Т.В. Кулинич

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
1. Требования к оформлению работы.....	8
2. Основы гидравлики.....	9
2.1 Понятие гидростатического давления.....	9
2.2. Основное уравнение гидростатики.....	10
2.3. Абсолютное и избыточное давление.....	12
2.4. Пьезометрический напор.....	13
2.5. Закон Паскаля.....	14
2.6. Закон Архимеда.....	15
2.7. Уравнение Бернули.....	17
2.8. Критерий Рейнольдса.....	18
2.9. Режимы движения жидкости.....	19
3. Проектирование внутреннего водопровода.....	21
4. Проектирование внутренней канализации	<u>45</u>
5. Инженерное оборудование внутреннего водопровода и канализации жилого здания.....	<u>70</u>
5.1. Спецификация водопровода и канализации	<u>70</u>
5.2. Описание узла водопроводной и канализационной сети	<u>70</u>
6. Контрольные вопросы	<u>71</u>
Список рекомендуемых источников	<u>72</u>
Титульные листы для студентов очного и заочного обучения....	73
Приложения	<u>75</u>

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение, канализация и санитарно-техническое оборудование зданий и отдельных объектов определяют не только уровень благоустройства населенных пунктов, но и масштабы развития многих отраслей народного хозяйства. Системы водоснабжения и канализации, которые строятся в местах, где живут и работают люди, а также функционируют производственные предприятия, относятся к системам жизнеобеспечения.

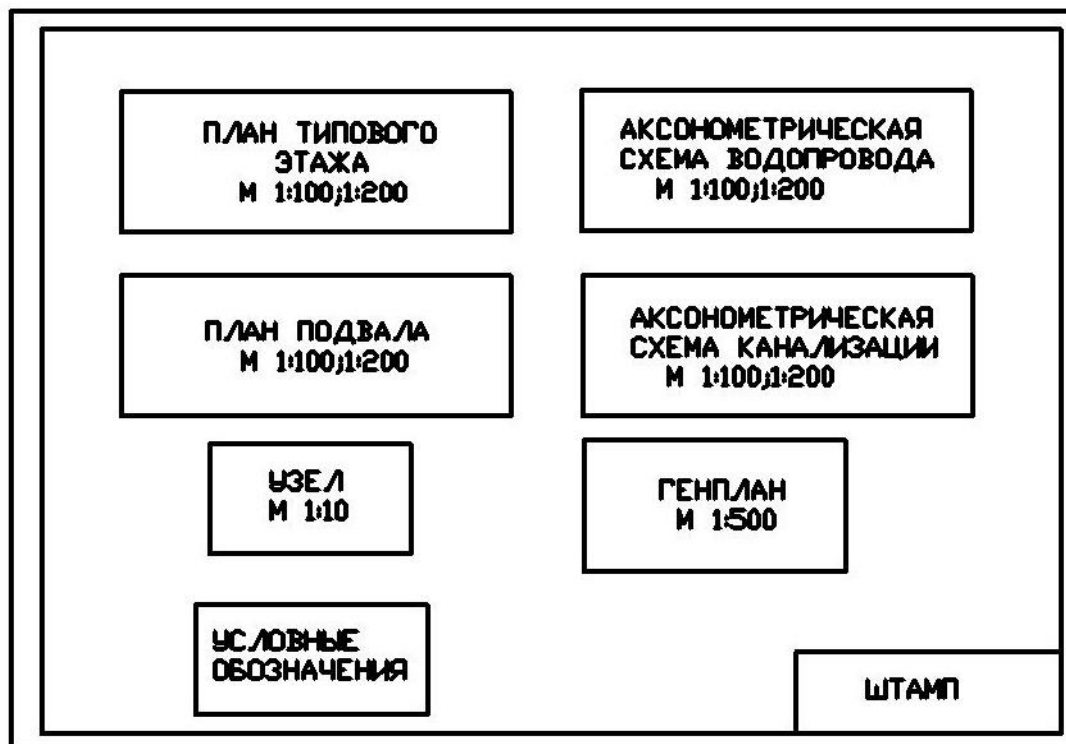
Системы водоснабжения зданий и объектов любого назначения должны обеспечивать потребителей водой заданного качества, в требуемом количестве и под необходимым напором. Так же особое значение имеет развитие современной системы водоотведения бытовых и производственных сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты окружающей природной среды от загрязнений. Для того чтобы выполнялись все эти условия, необходимо научиться правильно проектировать систему водоснабжения и водоотведения.

Учебным планом по направлению 08.03.01-«Строительство», специальности «Промышленное и гражданское строительство» при изучении дисциплины «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» предусмотрено выполнение курсовой работы. Ее основная задача заключается в проектировании сетей водопровода и канализации жилого здания. Во время выполнения курсовой работы студент должен ознакомиться с нормативной литературой, требованиям к внутренним и наружным водопроводным и канализационным сетям, с правилами оформления строительных чертежей.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Курсовая работа должна состоять из двух частей: графической части и расчетно-пояснительной записки.

1. *Графическая часть* выполняется на одном графическом листе формата А1 (594×841) карандашом, тушью или в графическом редакторе AutoCAD. Рекомендуемая компоновка листа графической части представлена на рисунке 1.



а)

						Обозначение документа					
						Наименование предприятия, в состав которого входит учреждение					
Изм.	Кол. ч.	Лист	Изд.	Подпись	Дата	наименование здания (сооружения)			Стадия	Лист	Листов
									у		
Выпол. чл.п	Ф.И.О.	Подпись	Дата	наименование изображений, помещенных на данном листе			Наименование организации				
Проверил	Ф.И.О.	Подпись	Дата								

б)

Рис. 1. Компоновка листа графической части (а), образец заполнения штампа (б)

С типового проекта задания берется только планировка, согласно планировки вычерчивается план типового этажа, а план подвала проектируется самостоятельно, т.е. копируем план этажа и удаляем все перегородки и санитарно-технические приборы, остаются только наружные и внутренние капитальные стены, необходимо откорректировать проемы. Этажность указана на 1 листе общего задания (для всех указано 5 этажей, т.е. аксонометрии и расчет сделать для пятиэтажного дома).

На плане типового этажа здания должны быть показаны: все санитарно-технические приборы, замаркированные стояки водопровода и канализации (Ст В1-1, Ст В1-2; Ст К1-1, Ст К1-2 и т.д., см. правила маркировки приложение 3), подводы трубопроводов к санитарно-техническим приборам, основные осевые размеры здания (приложение 1).

На плане подвала здания (приложение 1) показываются: перенесенные с плана типового этажа канализационные и водопроводные стояки с соответствующей маркировкой, магистральные трубопроводы водопровода и канализации, соединяющие стояки в общую сеть, причем трубопровод водопровода на плане типового этажа и на плане подвала показывается обозначением линией с маркировкой –В1-, а трубопровод канализации —линией с маркировкой –К1-. Также должны быть показаны ввод водопровода, оснащенный водомерным узлом, и выпуск канализации, привязанные к осям здания (правила проектирования ввода и выпуска смотрите ниже), основные осевые размеры здания (приложение 1).

На аксонометрической схеме водопроводной сети (приложение 2) в принятом масштабе необходимо отобразить, согласно установленным обозначениям (приложение 3), ввод, водомерный узел, магистрали, все стояки и подводы к водоразборной арматуре, запорно-регулирующую арматуру. Стояки обозначаются согласно плану этажа. Если планировка водоразборной сети на всех этажах одинакова, разрешается вычерчивать полную схему с нанесением всех санитарно-технических приборов лишь на последнем этаже, если планировка на каждом этаже одинакова по стояку. На остальных достаточно указать только места и направления ответвлений от стояков. Когда в заданном масштабе трубопроводы и приборы какого-нибудь узла трудно показать, необходимо данный узел вынести на свободное место листа около стояка в увеличенном масштабе. Если на аксонометрической схеме стояки накладываются друг на друга, необходимо один из них отнести на свободное пространство, как бы отсекая его у

пола нижнего этажа. Точки отсечения соединяют пунктирной линией. На схеме необходимо проставить высотные отметки ввода, поверхности земли у здания, оси счетчика, магистрального трубопровода, пола подвала и чистого пола этажей, подводок к приборам на верхнем этаже. После гидравлического расчета на стояках и магистралях проставляются диаметры и длины участков, принятый уклон на горизонтальных участках.

На аксонометрической схеме канализационной сети (приложение 4), согласно условным обозначениям (приложение 3), наносятся все санитарно-технические приборы, фасонные части, трубы (согласно выбранной длине), ревизии, прочистки, гидравлические затворы (сифоны). Аксонометрия выполняется в принятом масштабе. Если санитарно-технические приборы и планировка отводов на всех этажах одинаковы, вычерчивают их расположение только на последнем этаже, а на других указывают место и направление отводки. На аксонометрии наносят номера стояков, высотные отметки земли, чистого пола этажей, уклоны отводов, высоту вентиляционной части стояка от обреза крыши, отметку оси выпуска.

2. *Расчетно-пояснительная записка*, в которой представляются расчетные материалы.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах писчей бумаги формата А4 синей или черной пастой, возможен компьютерный набор. Слева оставляется поле для подшивки шириной 35 мм, справа — 10 мм, сверху и снизу — по 20 мм. Поля линиями не выделяют. Листы нумеруют арабскими цифрами в правом верхнем углу, включая листы с отдельными рисунками, графиками и таблицами. На титульном листе, который входит в нумерацию, цифры не ставятся. Число страниц не нормируется. Основное требование к объему записки заключается в полном изложении расчетного и проектного материала. Рисунки, таблицы и формулы нумеруются двумя арабскими цифрами, разделенными точкой. Первая цифра обозначает номер раздела, вторая — номер рисунка, таблицы или формулы в пределах данного раздела. Номера формул ограничиваются круглыми скобками (...). Ссылки на литературные источники заключаются в квадратные скобки [...].

При расчетах обязательно приведение в тексте расчетных формул и их расшифровка. Например:

$$P = \frac{q_{hr, u}^c \cdot U}{N \cdot 3600 \cdot q_0^c} = \frac{5,6 \cdot 128}{160 \cdot 3600 \cdot 0,18}$$

где P — вероятность действия всех приборов сети одновременно;
 q_{hr}^c, u — норма расхода холодной воды в час наибольшего водопотребления, л/ч;
 U — количество потребителей воды, чел.;
 N — общее количество приборов, находящихся в здании, шт.;
 q_0 — нормативный расход диктующего прибора, л/с.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами, слово «Таблица» и ее номер размещаются в правом верхнем углу над названием таблицы (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Задание для проектирования

Номер задания	Этажность	Высота этажа, м	Глубина промерзания грунта, м	Наличие и тип водонагревателя	Примечание
1	2	3	4	5	6
5	5	2,8	1,5	–	–

При переносе таблицы на другую страницу проставляется только цифровая нумерация столбцов шапки таблицы.

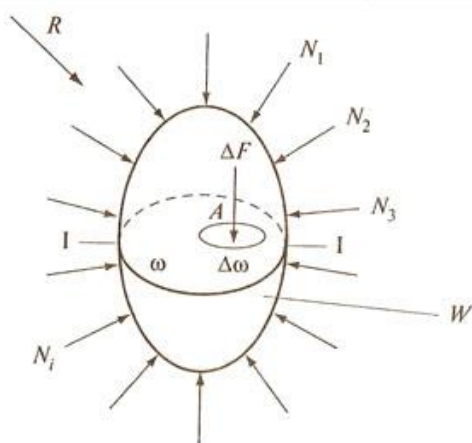
В содержание записки включается:

- **титульный лист** с указанием ведомства, организации, кафедры и названия работы, автора, руководителя, города и года;
- **содержание**, включающее наименование всех разделов и подразделов с их номерами и соответствующими началу этих разделов страницами. Новые разделы предпочтительно выделять, начиная их с новой страницы.
- **рецензия** (бланк для ксерокопии выдается на кафедре «ТОиЭС» или можно взять со стенда по курсовой работе ВК и сделать ксерокопию);
- **список ошибок для проверки курсовой работы** (бланк для ксерокопии выдается на кафедре «ТОиЭС» или можно взять со стенда по курсовой работе ВК и сделать ксерокопию);
- **задание на проектирование** (2 листа задания и 1 лист -типовой проект);
- **введение**, включающее в себя краткие сведения о водопроводе и канализации;
- **гидравлический расчет водопровода**, где приводятся расчет водопроводной сети. В данном разделе необходимо привести

- таблицы и расчеты и, составить сводные таблицы по результатам расчетов;
- **гидравлический расчет канализации**, где приводятся расчет канализационной сети. В данном разделе необходимо привести таблицы и расчеты, и составить сводные таблицы по результатам расчетов;
 - **раздел по инженерному оборудованию водопровода и канализации здания**, где необходимо обосновать перечень санитарно-технического оборудования, дать его спецификацию, а также привести техническое описание по особенностям и применению инженерного узла сети, выполняемого на чертеже по условиям задания;
 - **выводы и предложения**, описание о принятой системе водоснабжения и канализации, назначении, тип схемы, глубина заложения на вводе и выпуске, расход воды и сточных вод по зданию;
 - **приложения**, куда выносятся вспомогательный материал: промежуточные расчеты, таблицы, рисунки, спецификации и т.д. Каждое приложение должно иметь заголовок. Приложения нумеруют арабскими цифрами. Рисунки и таблицы нумеруют в пределах каждого приложения. Слово «Приложение» располагают в правом верхнем углу;
 - **список использованной литературы**. Список составляется в порядке появления источников в тексте или по алфавиту;

2. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ

2.1 Понятие гидростатического давления



Одним из основных понятий гидростатики является понятие гидростатического давления. Для его объяснения рассмотрим некоторый объем жидкости, находящийся в равновесии (см.рис.)

Проведем секущую плоскость I-I, которая разделит объем W на две части, и отбросим мысленно одну из

Рис. Объем жидкости в равновесии

них, например верхнюю. Действие отброшенной части на нижнюю заменим распределенными по поверхности силами ΔF . На площадку $\Delta\omega$ действует сила ΔF . Представим, что $\Delta\omega$ «стягивается» в т. А. Тогда предел отношения $\Delta F/\Delta\omega$ при $\Delta\omega \rightarrow 0$ называется гидростатическим давлением в рассматриваемой точке.

Давление – это это величина отношения силы приложенной к площади(определенной плоскости). Другими словами, чтобы найти давление, нужно силу разделить на площадь, на которую действует сила.

В качестве единицы измерения этой величины применяют 1 Па (один паскаль). Под 1 Па понимают давление, создаваемое силой в 1 Н, которая равномерно распределена по поверхности площадью 1 м².

Также существуют другие величины давления:

- 1 Па=1 Н/м²=1 атмосфера=10м столба воды
- 1 атмосфера=0,981 бар
- 1 бар=0,1 МПа или 100000 Па
- 1 атмосфера=735,5 мм ртутного столба

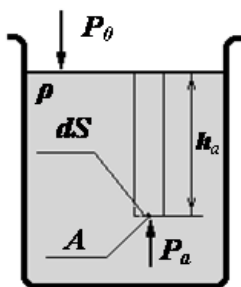
Хочу подметить для тех кто не знает, что если наполнить башню высотой 10 метров, то на дне будет 1 атмосфера давления или примерно 1 бар.

Или тоже касается воды в стояках отопления или водоснабжения в высотных домах, каждые 10 метров высоты дают одну атмосферу давления.

Если при определении гидростатического давления принимается во внимание и атмосферное давление, действующую на свободную поверхность жидкости, давление называют полным или абсолютным.

Часто при учете давления, атмосферное давление на свободной поверхности не принимают во внимание, определяя так называемое избыточное или манометрическое давление, т.е. давление сверх атмосферного.

2.2. Основное уравнение гидростатики.



Определим величину давления внутри покоящейся жидкости. С этой целью рассмотрим произвольную точку **A**, находящуюся на глубине **h_a**. Вблизи этой точки выделим элементарную площадку **dS**. Если жидкость покоится, то и т. **A** находится в равновесии, что означает уравновешенность сил, действующих на площадку.

A – произвольная точка в жидкости,

h_a – глубина т. **A**,

P₀ - давление внешней среды,

ρ - плотность жидкости,

P_a – давление в т. **A**,

dS – элементарная площадка.

Сверху на площадку действует внешнее давление **P₀** (в случае, если свободная поверхность граничит с атмосферой, то $P_0 = P_{атм}$) и вес столба жидкости. Снизу – давление в т. **A**. Уравнение сил, действующих на площадку, в этих условиях примет вид:

$$dSP_0 + dSh_a g\rho = P_a dS$$

Разделив это выражение на **dS** и учтя, что т. **A** выбрана произвольно, получим выражение для **P** в любой точке покоящейся жидкости:

$$P = P_0 + \rho gh ;$$

где **h**– **глубина жидкости**, на которой определяется давление **P**.

Полученное выражение носит название **основного уравнения гидростатики**.

2.3. Абсолютное и избыточное давление.

Под гидростатическим давлением жидкости понимается давление, обусловленное действием только массовых сил, приложенных к частицам жидкости, находящейся в покое.

Основное уравнение гидростатики:

$$P_{абс} = p_0 + \rho gh$$

Из этого уравнения следует, что абсолютное (или полное) гидростатическое давление $P_{абс}$ в любой точке жидкости, находящейся в абсолютном покое, равно сумме внешнего давления и давления, вызванного силой тяжести столба жидкости,

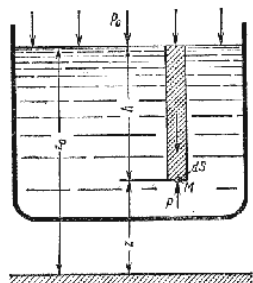


Рис. Эюры гидростатических давлений

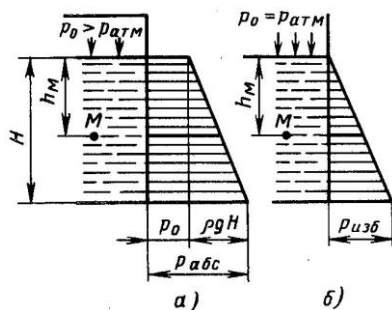
расположенной под рассматриваемой точкой.

Внешнее давление p_0 может быть выше атмосферного ($p_0 > P_{атм}$) в закрытом сосуде и равным атмосферному ($p_0 = p_{атм}$) в открытом сосуде.

Положительную разность между абсолютным и атмосферным давлениям и жидкости в открытом сосуде называют избыточным давлением (или манометрическим):

$$P_{изб} = P_{абс} - P_{атм} = \rho gh.$$

На практике для сокращения опускают слово «избыточное» перед словом «давление», подразумевая его.

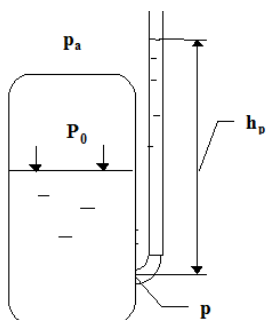


Эюры гидростатического давления для случаев $p_0 > p_{атм}$ и $p_0 = p_{атм}$ показаны на рис. 2. Каждая ордината эюры представляет собой гидростатическое давление в соответствующей точке. Из эюры давления наглядно видно, что избыточное давление в любой точке жидкости зависит

от глубины h ее погружения относительно свободной поверхности

Избыточное давление в открытом сосуде на поверхности жидкости равно нулю, а у дна сосуда ρgH (где H — глубина погружения дна сосуда).

2.4. Пьезометрический напор



Пьезометрическая высота, равная $\frac{p}{\gamma}$, представляет собой высоту столба жидкости, соответствующую данному давлению p (абсолютному или избыточному).

Пьезометрическую высоту, соответствующую избыточному давлению, можно наблюдать в так называемом *пьезометре* – простейшем устройстве для измерения давления. Пьезометр представляет собой вертикальную стеклянную трубку, верхний конец которой открыт в атмосферу, а нижний присоединен к тому объему жидкости, где измеряется давление.

Применяя к жидкости, заключенной в пьезометре, получим

$$P_{абс} = P_a + h_p \gamma$$

где $P_{абс}$ – абсолютное давление в жидкости на уровне присоединения пьезометра;

P_a – атмосферное давление.

Отсюда высота подъема жидкости в пьезометре равна

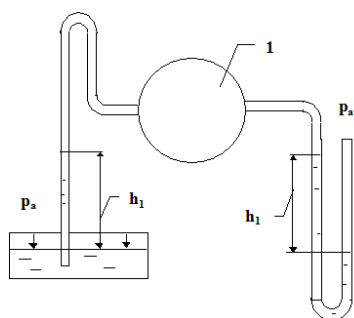
$$h_p = \frac{P_{абс} - P_a}{\gamma} = \frac{P_{изб}}{\gamma}$$

где $P_{изб}$ – избыточное давление на том же уровне.

Часто давление в жидкостях или газах численно выражают в виде соответствующей этому давлению пьезометрической высоты по формуле.

$$P_{изб} = P_a - P_{абс} \quad \text{или} \quad h_{изб} = \frac{P_a - P_{абс}}{\gamma}$$

Возьмем, например, трубу с плотно пригнанным к ней поршнем, опустим нижний ее конец в сосуд с жидкостью, и будем постепенно поднимать поршень.



Жидкость будет следовать за поршнем и вместе с ним поднимется на некоторую высоту h от свободной поверхности с атмосферным давлением. Так как

для точек, расположенных под поршнем, глубина их погружения относительно свободной поверхности отрицательна, то, абсолютное давление жидкости под поршнем

$$P = P_a - h\gamma \quad \text{а величина вакуума} \quad P_{\text{вак}} = P_a - P = h\gamma$$

По мере подъема поршня абсолютное давление жидкости под поршнем уменьшается. Нижним пределом абсолютного давления является нуль, а максимальное - численно равно атмосферному давлению, поэтому максимальная высота всасывания жидкости определится из уравнения, если в нем положить $p = 0$ (точнее, $p = p_n$). Таким образом, без учета упру-

гости паров
$$h_{\text{макс}} = \frac{P_a}{\gamma}$$

2.5. Закон Паскаля.

Применив основное уравнение гидростатики к двум точкам покоящейся жидкости

$$z_1 + p_1/\rho^*g = z_2 + p_2/\rho^*g$$

изменим давление в первой точке на Δp_1 , не нарушая равновесие жидкости. Тогда во второй точке давление должно измениться на некоторое значение Δp_2 . Из основного уравнения гидростатики следует, что

$$z_1 + (p_1 + \Delta p_1)/\rho^*g = z_2 + (p_2 + \Delta p_2)/\rho^*g$$

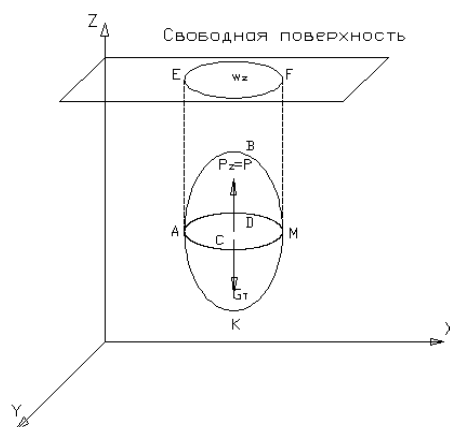
или

$$\Delta p_1 = \Delta p_2,$$

т.е. изменение давления в любой точке покоящейся жидкости передается в остальные ее точки без изменений.

2.6. Закон Архимеда

Рассмотрим полностью погруженное в жидкость твердое тело, объем которого W_T , а форма такова, что любая прямая пересекает поверхность этого тела только в двух точках (рис.1).



Для определения силы P давления жидкости на тело воспользуемся результатами раздела «Силы давления покоящейся жидкости на цилиндрические стенки».

Горизонтальные составляющие силы P_x и P_y взаимно уравновешиваются, а вертикальная составляющая силы давления равна весу жидкости в объеме тела.

Действительно, в данном случае, имеем два тела давления:

ABMNAEF, соответствующее давлению на верхнюю часть тела, и AKMFE, соответствующее давлению на нижнюю часть тела.

Объем первого тела давления равен W_1 , объем второго тела давления равен $-W_2$, причем $W_2 = W_1 + W_T$.

Вертикальная составляющая P_{z1} равна весу жидкости в объеме W_1 , т.е. $\rho * g * W_1$, и направлена по вертикали вниз. Вертикальная составляющая P_{z2} равна весу жидкости в объеме W_2 , т.е. $\rho * g * W_2$, и направлена по вертикали вверх.

Равнодействующая сила давления равна разности указанных составляющих

$$P_z = P_{z2} - P_{z1},$$

или

$$P_z = \rho * g * W_T.$$

Силу P_z называют *архимедовой силой*.

Так как $P_x = P_y = 0$, то $P = P_z$.

Закон Архимеда:

Сила давления покоящейся жидкости на погруженное в нее тело – архимедова сила – равна весу жидкости $\rho * g * W_m$ в объеме, вытесненном телом, направлена по вертикали вверх и приложена в центре тяжести этого объема.

Объем W вытесненной телом жидкости называют *объемным водоизмещением*.

Центр тяжести объемного водоизмещения называют *центром водоизмещения* или *центром давления* D (так как в этой точке приложена равнодействующая сил давления на тело).

При полном погружении тела объем W равен всему объему тела W_T , при неполном погружении $W < W_T$. Во втором случае архимедова сила

$$P_z = \rho * g * W.$$

Тело плавает, если вес тела G_T равен архимедовой силе:

$$G_T = P_z = \rho * g * W. \quad (2)$$

Если вес тела больше архимедовой силы, то тело тонет (погружается), если меньше – всплывает.

Плавание может быть подводным (тело погружено полностью) или надводным (погружена в жидкость часть тела).

Из условия плавания $P = G_T$ для однородных тел

$$\rho_T * g * W_T = \rho * g * W$$

или

$$W / W_T = \rho_T / \rho, \quad (4)$$

где ρ – плотность жидкости; W – объемное водоизмещение; ρ_T – плотность тела; W_T – объем всего тела.

При подводном плавании $W = W_T$, откуда $\rho_T = \rho$.

При надводном плавании *осадкой* плавающего тела называют глубину погружения наинизшей точки смоченной поверхности тела.

Осадку тела при надводном плавании можно найти из формул (2) и (4).

Линию пересечения свободной поверхности жидкости с поверхностью плавающего тела называют *ватерлинией*, а площадь, ограниченная ватерлинией, – *площадью по ватерлинии*.

Ось плавания проходит через центр тяжести тела C и центр водоизмещения D . При равновесии тела, плавающего в надводном или подводном состоянии, ось плавания вертикальна. Если тело имеет

плоскость симметрии, ось плавания должна находиться в этой плоскости.

2.7. Уравнение Бернулли.

Для установившегося движения невязкой несжимаемой жидкости при действии массовых сил, имеющих потенциал:

$$\Pi + p/\rho + u^2/2 = \text{const.}$$

Уравнение Бернулли справедливо, когда:

- 1) Пропорциональны члены первой и третьей строк, т.е. $dx/u_x = dy/u_y = dz/u_z$.
- 2) Пропорциональны члены первой и второй строк, т.е. $dx/\omega_x = dy/\omega_y = dz/\omega_z$.
- 3) Пропорциональны члены второй и третьей строк, т.е. $\omega_x/u_x = \omega_y/u_y = \omega_z/u_z = a = \text{const.}$
- 4) Условие равенства нулю членов второй строки определителя: $\omega_x = \omega_y = \omega_z = 0$.

Движение безвихревое (потенциальное).

- 5) Условие равенства нулю членов третьей строки определителя: $u_x = u_y = u_z = 0$.

Соответствует равновесию жидкости.

Для линии тока вязкой жидкости при установившемся движении:

$$\Pi + p/\rho + u^2/2 + A = \text{const.}$$

Все члены уравнения отнесены к единице массы.

Для выделенных двух точек сечениями 1-1 и 2-2 по длине одной и той же линии тока, относя члены уравнения к единице веса, имеем:

$$z_1 + p_1/(\rho^*g) + u_1^2/2g = z_2 + p_2/(\rho^*g) + u_2^2/2g + h_{\text{тр}},$$

где $h_{\text{тр}}$ – потери напора на участке между сечениями 1-1 и 2-2.

Для потока при установившемся плавно изменяющемся движении вязкой жидкости:

$$z_1 + p_1/(\rho^*g) + \alpha_1^2 * v_1^2/2g = z_2 + p_2/(\rho^*g) + \alpha_2^2 * v_2^2/2g + h_{\text{тр}},$$

где z_1 и z_2 – высоты положения произвольных точек, выбранных в двух сечениях потока; p_1 и p_2 – давление в этих же точках; α_1 и α_2 – коэффициенты кинетической энергии в сечениях; v_1 и v_2 – сред-

ние скорости в рассматриваемых сечениях 1-1 и 2-2; $h_{тр}$ – потери удельной энергии на участке между рассматриваемыми сечениями.

В сечениях, к которым применяют уравнение Бернулли, движение должно удовлетворять условиям плавной изменяемости.

Все члены уравнения Бернулли имеют линейную размерность и могут быть представлены графически.

Для элементарной струйки вязкой несжимаемой жидкости при неустановившемся движении:

$$z_1 + p_1/(\rho * g) + u_1^2/2g = z_2 + p_2/(\rho * g) + u_2^2/2g + h_{тр.н.} + h'_{ин},$$
здесь $h'_{ин}$ – инерционный напор.

Форма линий тока не изменяется во времени (потоки, ограниченные деформируемыми стенками).

2.8. Критерий Рейнольдса.

Скорость потока, при которой меняется режим движения жидкости, называют *критической*. Рейнольдсом было обнаружено существование двух критических скоростей: одной – при переходе ламинарного режима движения в турбулентный режим, ее называют *верхней критической скоростью* $v_{в.кр.}$, другой – при переходе турбулентного режима движения в ламинарный режим, ее называют *нижней критической скоростью* $v_{н.кр.}$. Опытным путем доказано, что значение верхней критической скорости зависит от внешних условий опыта: постоянства температуры, уровня вибрации установки и т.д. . Нижняя критическая скорость в широком диапазоне изменения внешних условий остается практически неизменной. В опытах было показано, что нижняя критическая скорость для потока в цилиндрической трубе круглого сечения пропорциональна кинематической вязкости ν и обратно пропорциональна диаметру трубы d :

$$v_{н.кр.} = kv/d.$$

Коэффициент пропорциональности k оказался одинаковым для различных ν и d :

$$K = v_{н.кр.} * d/\nu = 2320.$$

В честь Рейнольдса этот коэффициент был назван *критическим числом Рейнольдса* и обозначен $Re_{кр.}$

Для любого потока по известным v , d и ν можно составить и вычислить число Рейнольдса $Re = d \cdot v / \nu$ и сравнить его с критическим значением $Re_{кр}$. Если $Re < Re_{кр}$, режим движения жидкости ламинарный и $v < v_{н.кр.}$. Если $Re > Re_{кр}$, режим движения жидкости, как правило, турбулентный и $v > v_{н.кр.}$

В общем случае режим движения жидкости определяется безразмерным комплексом

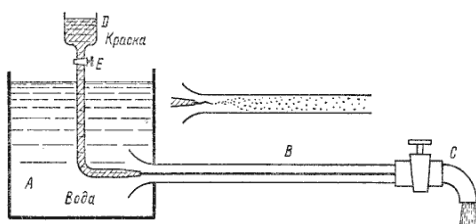
$$v \cdot l / (\rho / \mu) = v \cdot l / \nu,$$

составленным из четырех величин: динамической вязкости μ , плотности жидкости ρ , характерного геометрического размера живого сечения l и средней скорости потока v .

Этот комплекс также называют числом Рейнольдса и обозначают символом Re .

Число Рейнольдса характеризует отношение сил инерции к силам трения (вязкости).

2.9. Режимы движения жидкости.



Режим движения жидкости определяется с помощью специализированной установки (см. рис.)

Установка состоит из резервуара A с водой, от которого отходит стеклянная труба B с краном C на конце, и сосуда D с водным раствором краски, которая может по трубке вводиться тонкой струйкой внутрь стеклянной трубы B .

При постепенном увеличении скорости течения воды в трубе путем открытия крана C картина течения вначале не меняется, но затем при определенной скорости течения наступает быстрое ее изменение. Струйка краски по выходе из трубки начинает колебаться, затем размывается и перемешивается с потоком воды, причем становятся заметными вихреобразования и вращательное движение жидкости. Пьезометр и трубка Пито при этом покажут непрерывные пульсации давления и скорости в потоке воды. Такое течение называется *турбулентным*.

Турбулентным называется течение, сопровождающееся интенсивным перемешиванием жидкости с пульсациями скоростей и давлений. Наряду с основным продольным перемещением жидкости наблюдаются поперечные перемещения и вращательные движения отдельных объемов жидкости. Переход от ламинарного режима к турбулентному наблюдается при определенной скорости движения жидкости. Эта скорость называется *критической* $v_{кр}$.

Значение этой скорости прямо пропорционально кинематической вязкости жидкости и обратно пропорционально диаметру трубы.

$$v_{кр} = \frac{\nu}{d} \cdot k$$

где ν - кинематическая вязкость;

k - безразмерный коэффициент;

d - внутренний диаметр трубы.

Входящий в эту формулу безразмерный коэффициент k , одинаков для всех жидкостей и газов, а также для любых диаметров труб. Этот коэффициент называется *критическим числом Рейнольдса* $Re_{кр}$ и определяется следующим образом:

$$Re_{кр} = \frac{v_{кр} d}{\nu}$$

Как показывает опыт, для труб круглого сечения $Re_{кр}$ примерно равно 2300.

Таким образом, критерий подобия Рейнольдса позволяет судить о режиме течения жидкости в трубе. При $Re < Re_{кр}$ течение является ламинарным, а при $Re > Re_{кр}$ течение является турбулентным. Точнее говоря, вполне развитое турбулентное течение в трубах устанавливается лишь при Re примерно равно 4000, а при $Re = 2300 \dots 4000$ имеет место переходная, критическая область.

Ламинарный режим движения жидкости

Движение жидкости, при котором отсутствуют изменения (пульсации) местных скоростей, приводящие к перемешиванию жидкости, называют *ламинарным* (от латинского слова *lamina* - слой). Жидкость движется отдельными, не перемешивающимися между собой слоями. Линии тока при этом прямолинейны и устойчивы.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА

3.1. Выбор схемы водопровода

Выбор схемы водопровода определяется экономическими соображениями с учетом противопожарных, санитарных и технологических требований. Следует выбирать простые, экономичные и удобные в монтаже и эксплуатации схемы. Для внутреннего водопровода жилых зданий предусматриваются следующие системы водоснабжения: хозяйственно-питьевая, противопожарная или объединенная [1]. Противопожарный водопровод можно не предусматривать в зданиях высотой до 12 этажей. Объединенный водопровод устраивают при высоте зданий 12...15 этажей, а отдельные — противопожарный и хозяйственно-питьевой (для более высоких зданий).

В зависимости от напора уличной сети на вводе в здание различают системы, работающие под достаточным давлением, и системы с местными водонапорными установками. Во втором случае необходимо повышение напора или создание запаса воды. С этой целью реализуют следующие схемы:

- водонапорные баки, заполняемые во время суток наименьшего водопотребления;
- постоянно действующие насосы при относительно равномерном потреблении;
- периодически действующие насосы при неравномерном потреблении (обычно действуют совместно с водонапорными баками).

По конструктивному исполнению различают схему с нижней и верхней разводкой, кольцевые (рис. 2) или тупиковые.

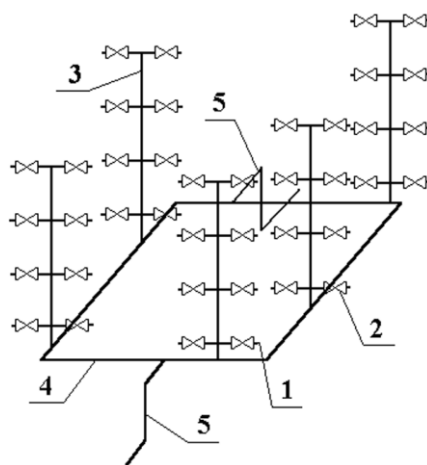


Рис. 2. Кольцевая схема водопровода с нижней разводкой:
1 — отводной трубопровод в квартиру; 2 — запорный вентиль;
3 — водопроводный стояк; 4 — магистральный трубопровод;
5 — ввод водопровода в здание

Для жилых зданий предпочтительнее тупиковые (рис. 3), допускающие перерыв в подаче воды, с нижней разводкой магистралей. Такие схемы наиболее экономичны. Магистральные трубопроводы этих систем прокладывают в подвале или непроходных каналах первого этажа высотой 0,3...0,7 м. Возможна открытая и скрытая в шахтах прокладка труб. Скрытая прокладка обязательна для пластмассовых труб, которые не расположены в санитарных узлах. Верхняя разводка применяется только в высотных зданиях с зонной системой водопровода. В этом случае магистраль выполняется на чердаке или под потолком верхнего этажа.

При проектировании кольцевых сетей предусматривают не менее двух вводов от уличной сети.

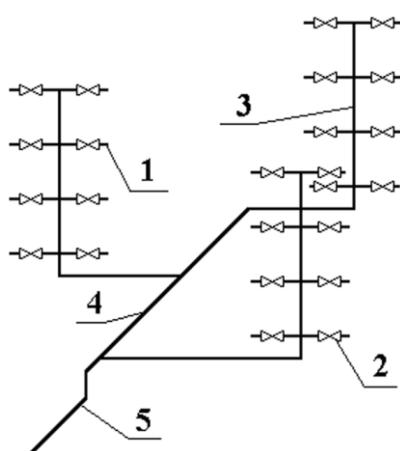


Рис. 3. Тупиковая схема водопровода с нижней разводкой:

- 1 — отводной трубопровод в квартиру; 2 — запорный вентиль;
 3 — водопроводный стояк; 4 — магистральный трубопровод;
 5 — ввод водопровода в здание

3.2. Требования к трассировке внутреннего водопровода

Водопровод жилого здания включает следующие элементы: ввод и водомерный узел, водопроводную сеть, запорную, водоразборную, регулирующую и предохранительную арматуру.

3.2.1. Ввод. Водомерный узел

Ввод и водомерный счетчик, которые обычно объединяют в один узел, состоит из следующих элементов:

- узла подключения к уличной сети, выполняемого в колодце с размещением запорного вентиля или задвижки;
- трубопровода, соединяющего колодец и водомерный узел;
- водомерного счетчика для определения количества потребляемой воды жилым домом или его частью.

- К перечисленным узлам предъявляют следующие требования:
- трубопровод от колодца к зданию следует прокладывать по кратчайшему пути, желательно перпендикулярно внешней стене здания;
 - глубина заложения трубы равна глубине заложения уличной сети, которая в свою очередь прокладывается ниже глубины промерзания на 0,5 м [2]. При отсутствии промерзания грунта глубина заложения не менее 1 м от верхнего края трубы;
 - уклон при прокладке выбирается от 0,002 до 0,005 в сторону уличной сети;
 - расстояние по горизонтали между вводом водопровода и выпуском канализации должно составлять не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм и не менее 3 м при больших диаметрах;
 - водомерный узел желательно размещать в отдельном помещении, в центре нагрузки, чтобы на всех ответвлениях расходы воды были примерно одинаковы, желательно возле лестничных площадок;
 - в состав водомерного узла включают: запорные вентили до и после счетчика, обводную линию с опломбированной задвижкой (при диаметре трубопровода > 50 мм) или запорным вентиляем (при диаметре трубопровода < 50 мм), а также контрольно-спускной кран (кран проходной), устанавливаемый за счетчиком по ходу движения воды для опорожнения сети при ремонте, проверке точности или замене счетчика; обводная линия используется при ремонте или необходимости пропуска пожарных расходов, счетчики воды устанавливаются на высоте от 300 до 1 000 мм от уровня чистого пола, ось водомерного узла должна быть горизонтальной;
 - диаметры труб на вводах водопровода в здание независимо от расчета следует принимать не менее 50 мм [1].
 - пересечение ввода со стенами подвала следует выполнять в сухих грунтах с зазором 0,2 м между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемыми эластичными материалами, в мокрых грунтах с установкой сальников. На вводах трубопроводов следует предусматривать упоры в местах поворота в вертикальной и горизонтальной плоскостях [1].

3.2.2. Водопроводная сеть

Водопроводная сеть состоит из магистрали, водопроводных стояков, разводящих трубопроводов и водоразборных приборов. Основные требования к водопроводной сети заключаются в следующем [1, 3, 6]:

- магистральный трубопровод, соединяющий водомерный узел со стояками, прокладывается по наикратчайшему пути, минуя помещения, где температура может быть ниже 2 °С, с уклоном не менее 0,002 в сторону ввода;
- водопроводные стояки, подающие воду вверх в квартиры, размещают, как правило, в местах наибольшего водоразбора, то есть в местах скопления водоразборной арматуры: туалет, ванная, кухня;
- в целях экономии желательно располагать водопроводные и канализационные стояки рядом;
- разводящие трубопроводы прокладываются из условия минимальной длины по одному из трех вариантов:
 - а) над полом на высоте 0,2...0,3 м с вертикальным подъемом труб к водоразборной арматуре;
 - б) на уровне водоразборной арматуры, на высоте около 1 м от пола;
 - в) под потолком с вертикальным опусканием труб к водоразборной арматуре. Предпочтительнее применение первых двух вариантов;
- прокладка разводящих трубопроводов ведется с уклоном 0,002...0,005 в сторону стояков для возможности выпуска воды из них.

3.2.3. Запорная, водоразборная, регулирующая и предохранительная арматура

К *запорной арматуре* относятся задвижки, вентили и пробковые краны. Основная ее функция заключается в отключении отдельных участков сети для ремонта, профилактики или в случае аварии. При достаточном напоре на входе в здание устанавливается только запорная арматура. Ее установку предусматривают в следующих местах (кроме мест, обозначенных ранее для ввода):

- у основания стояков в зданиях высотой 3 этажа и более;
- на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек;
- на разветвлениях магистральных линий водопровода;
- на ответвлениях в каждую квартиру;
- на подводках к смывным бачкам, водонагревателям;
- перед наружными поливочными кранами.

Водоразборная арматура (в жилом здании это смесители или краны в кухне и в ванной, смывной бачок в туалете, водогрейная колонка, душевая сетка и поливочные краны) располагается согласно плану этажа.

Допускается изменять размещение санитарных приборов без перепланировки зданий с целью уменьшения количества стояков, разводящих трубопроводов и более удобного пользования ими.

Водоразборная арматура устанавливается на строго нормированной высоте над полом:

- 1 100 мм — кран кухонной мойки;
- 1 100 мм — смеситель мойки или умывальника;
- 2 000 мм — шаровой клапан высоко расположенного смывного бачка;
- 800 мм — шаровой клапан низко расположенного смывного бачка;
- 250 мм — поливочный кран (над отмосткой в цоколе здания);
- 1 850 мм — душевая сетка.

По периметру здания через 60...70 м располагают поливочные краны диаметром 25 мм, к которым прокладывают отводки непосредственно от магистрали.

К *регулирующей арматуре* относятся регуляторы давления и регулировочные вентили. Их применяют для регулирования напора воды во внутренних сетях водопровода, как правило, в схемах с повысительными установками.

К *предохранительной арматуре* относятся обратные и предохранительные клапаны, диафрагмы.

3.2.4. Пластмассовые трубы.

При проектировании наружных сетей водоснабжения и канализации, а так же внутреннего водопровода применяются пластмассовые трубы из

1.полиэтилена:

а) низкого давления ПНД Дн 10-1200мм по ГОСТ 18599-83; Дн 315-1200мм по ТУ 6-19-214-83;

б) высокого давления ПВД Дн 10-160мм по ГОСТ 18599-83;

2.из поливинилхлорида ПВХ Дн 16-315 по ТУ6-19-231-83;

3.из полипропилена ПП Дн 25-315 по ТУ 38.102.100-76

Пластмассовые трубы в зависимости от максимального давления рабочей среды при $T=20^{\circ}\text{C}$ подразделяются на типы:

- Л-легкие($P=0,25\text{МПа}-2,5\text{кгс/см}^2$);
- СЛ- среднелегкий ($P=0,4\text{МПа}-4\text{кгс/см}^2$);
- С-средний ($P=0,6\text{ МПа}-6\text{кгс/см}^2$);

- Т-тяжелый ($P=1 \text{ МПа}-10 \text{ кгс/см}^2$);
- ОТ- особо тяжелый ($P=1,6 \text{ МПа}-16 \text{ кгс/см}^2$);-для труб ПВХ

Выбор материала и типа труб следует производить с учетом условий работы трубопроводов, температуры и агрессивности транспортируемой жидкости по каталогу «Химическая стойкость труб из термопластов» Для хозяйственно-питьевого водоснабжения должны применяться трубы с маркировкой «Питьевая».

Соединительные детали.

Соединительные детали (втулки под фланцы, угольники, тройники, муфты, отводы и т.д.) в зависимости от вида полимерного материала и размеров изготавливаются методами:

- литьем под давлением;
- прессованием;
- контактной и экструзионной сваркой;
- гнутьем.

Соединительные детали выпускаются следующих типов:

1. Т- для сборки с трубами типов Т,С,СЛ;
2. С- для сборки с трубами типов С, СЛ;
3. СЛ- для сборки с трубами типов СЛ,Л;
4. Л- для сборки с трубами типов Л;
5. О- для применения в безнапорных системах.

При изготовлении сварных соединительных деталей на монтажных площадках они должны выполняться из труб на один тип выше типа труб, к которым они присоединяются, а для труб типа Т- из металла.

В случае отсутствия пластмассовых соединительных деталей следует пользоваться металлическими. Для раструбных труб ПВХ имеются чугунные соединительные детали. Выбор соединительных деталей следует производить с учетом рекомендуемой для систем водоснабжения и канализации.

Типы соединений.

Для выполнения неразъемных соединений необходимо применять трубы и соединительные детали из однородного полимерного материала, из неоднородного материала такие соединения не допускаются.

Возможны следующие соединения для самотечных трубопроводов внутренней канализации:

- соединение изделий из ПНД и ПВД с помощью гайки с резиновой прокладкой;
- соединение изделий из ПНД и ПВД с помощью муфты с вкладной электроспиралью;

- соединение изделий из ПНД с помощью резинового уплотнительного кольца, как наиболее технологичный вариант.

Проход пластмассовых труб через ограждающие конструкции сооружений.

Проход пластмассовых труб через ограждающие конструкции емкостных сооружений следует выполнять при помощи сальников(набивных и нажимных) или патрубков.

Набивные сальники по серии 5.900-2 применяются только для труб с наружным диаметром 160мм и более. Для труб диаметром до 160мм набивные сальники применять не рекомендуется, т.к. при неравномерной набивке трубы деформируются.

Для труб диаметром менее 160мм применяются нажимные сальники по серии 5.900-3.

Жесткая заделка труб в стены емкостных сооружений осуществляется стальными ребристыми патрубками, к которым пластмассовые трубы присоединяются с помощью втулок под фланцы.

Расстояние от стен до фланцев следует принимать для труб диаметром до 400мм включительно-300мм, от 500мм и выше-500мм.

Проход пластмассовых труб $D < 160$ мм через стены колодцев необходимо осуществлять через стальную трубу-футляр, чтобы избежать смятие труб бетоном заделки.

Наружная прокладка трубопроводов.

Прокладку пластмассовых трубопроводов следует предусматривать, как правило, подземно:

- в траншеях, коллекторах, тоннелях, каналах отдельно или совместно с другими инженерными коммуникациями.

При соответствующем технико-экономическом обосновании и теплотехническом расчете допускается надземная прокладка пластмассовых труб в насыпях и на опорах. При этом трубы должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

При температуре наружного воздуха ниже -10°C рекомендуется применять трубы из ПВД и ПНД. Максимальную глубину заложения напорных сетей из труб типов С и Т следует принимать не более 3,5м до верха труб.

Максимальную глубину заложения, тип основания и требования к грунту засыпки при прокладке безнапорных канализационных сетей из пластмассовых труб диаметром до 630мм следует принимать по табл.2, а для труб диаметром свыше 630мм- по таблице 3.

При необходимости укладки труб на большей глубине или труб другого типа следует производить их расчет на прочность.

Минимальная глубина заложения напорных сетей из пластмассовых труб должна быть на 0,5м больше расчетной глубины промерзания грунта, но не менее 1 м до верха трубы при интенсивном движении транспорта и не менее 0,7м при незначительном движении транспорта.

Минимальная глубина заложения может быть уменьшена до 0,5м при соответствующих теплотехнических расчетах и расчетах на прочность.

Минимальную глубину заложения безнапорных канализационных трубопроводов допускается принимать для труб диаметром до 500мм на 0,3м , для большего диаметра на 0,5м менее большей глубины промерзания грунта., но не менее 0,7м до верха трубы.

При конструировании водопроводов и напорной канализации с раструбными соединениями на резиновых кольцах в местах поворотов, ответвлений и тупиковых участков должно предусматриваться устройство упоров. Упоры на наружных напорных трубопроводах водопровода и канализации разработаны в серии 4.901-7.

С целью уменьшения давления грунта на трубы стенки траншеи следует выполнять с минимальным заложением откоса, а траншеи минимальной ширины.

Грунт в основании под трубой должен быть тщательно выровнен и не должен содержать кирпич, камень, щебень.

Пластмассовые трубы диаметром до 630мм укладываются на естественное плоское основание(тип.1) или спрофилированное(тип.2).Трубы диаметром свыше 630мм укладываются на песчаную подушку толщиной не менее 10см. При наличии скального или гравелистого грунта дно траншеи для всех диаметров труб следует выравнивать песком.

При обратной засыпке пластмассовых труб следует предусматривать подбивку пазух и защитный слой над верхом труб толщиной 30см из мягкого местного грунта, не содержащих твердых включений(щебень, камни, кирпич и т.д.).

При этом применение ручных и механических трамбовок непосредственно над трубопроводом не допускается.

Для уменьшения габаритов колодцев, а так же из-за сложности производства работ по сварке пластмассовых труб в колодцах, рекомендуется применять металлические фасонные детали. Арматуру в колодцах следует крепить.

Соединения пластмассовых труб с трубопроводами из других материалов выполняются на свободных металлических фланцах.

Прокладка технологических трубопроводов из пластмассовых труб в зданиях и сооружениях.

В помещениях категорией производства А,Б, и В пластмассовые трубы следует защищать от возгорания путем прокладки их в нишах, шахтах, бороздах и т.п.

Разъемные раструбные соединения рекомендуется располагать на опорах, при невозможности такого расположения расстояния между опорами. Приведенные в табл. 4 следует уменьшить на 30%. Допустимый прогиб основания-1/250 расстояния между опорами.

Горизонтальные участки трубопроводов следует крепить к сплошному основанию хомутами через каждые 2м. Расстояние между опорами вертикально прокладываемого трубопровода следует принимать по приложению 12 методических рекомендаций.

Арматура и металлические фасонные части, находящиеся на пластмассовом трубопроводе, должны иметь самостоятельное крепление, предотвращающие передачу веса на трубопровод.

Учет линейных температурных деформаций Δl (мм) трубопроводов из PP-R

Расчет следует выполнять по формуле:

$$\Delta l = 0,15 \cdot l \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где l - длина трубопровода между неподвижными опорами, м;

Δt - разность температур воды в трубопроводе при эксплуатации и температуры воздуха при монтаже трубопровода, °С;

0,15 - коэффициент теплового расширения полипропиленовых труб, мм/м°С.

Для компенсации линейных изменений трубопровода следует использовать его естественные «Г»-, «Z»-, «П»-образные повороты или специально их устраивать, если прямолинейный участок достаточно длинен (рис. 2.2.3, 2.2.4).

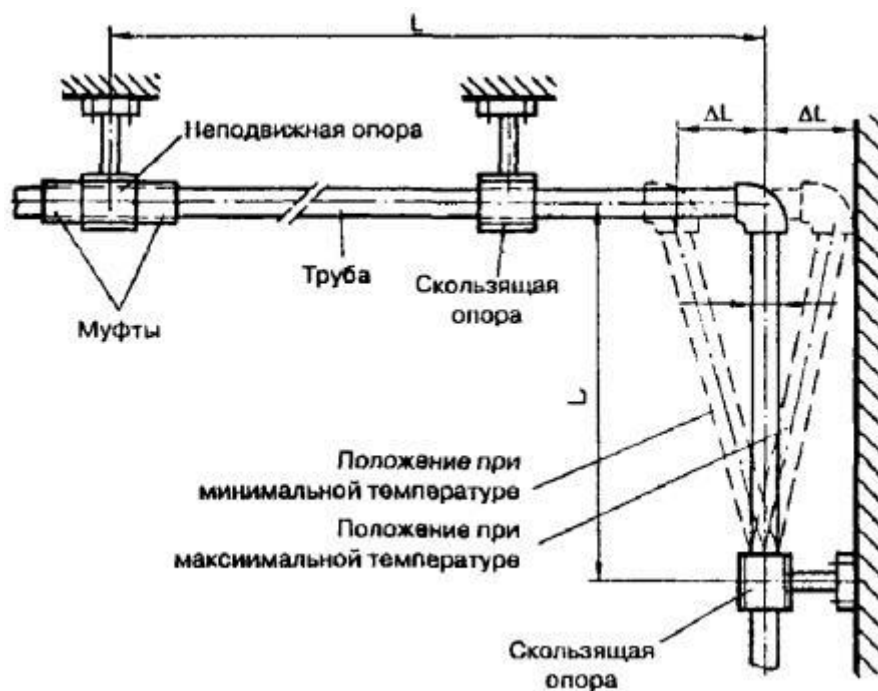


Рис. 2.2.3 «Г»-образный элемент трубопровода

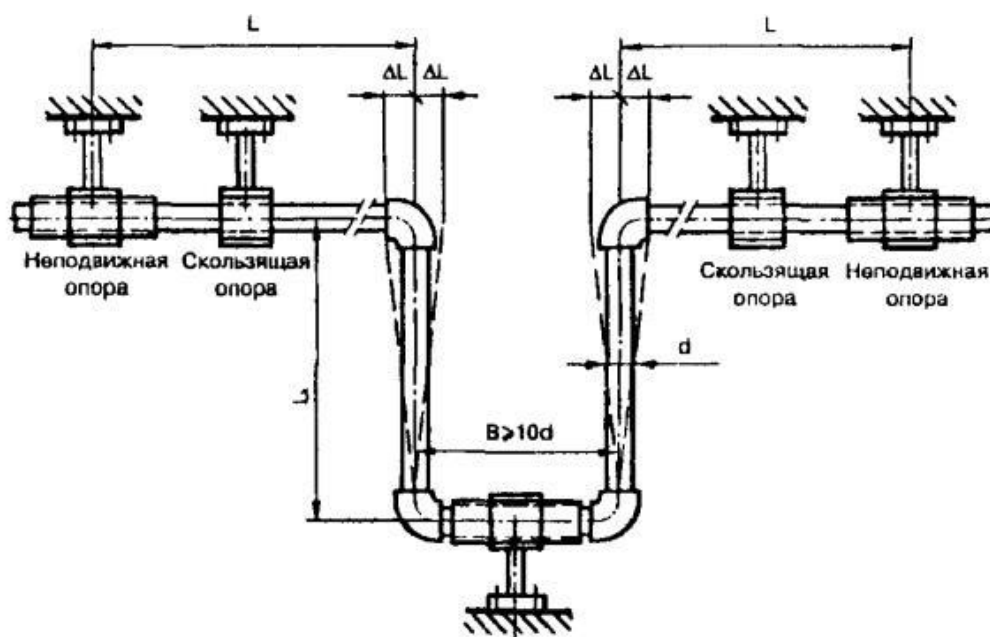


Рис. 2.2.4 «П»-образный элемент трубопровода

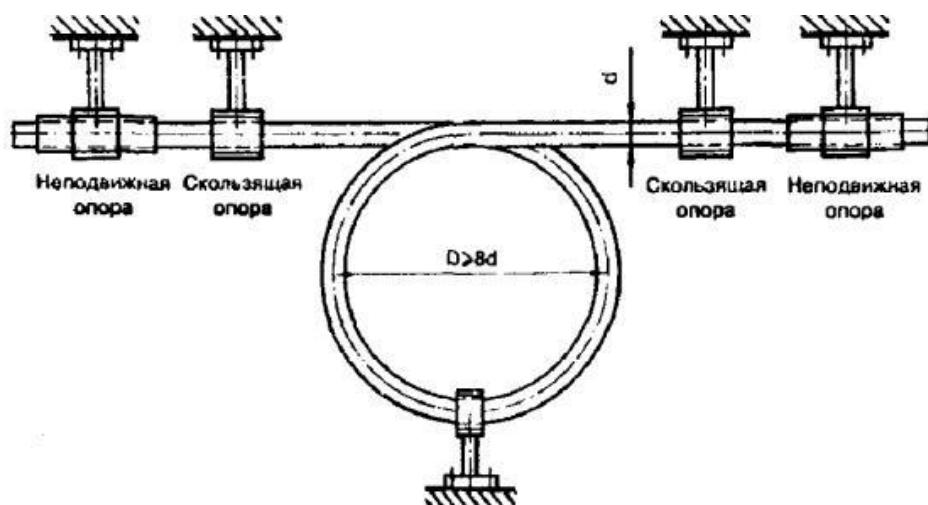


Рис. 2.2.5 Петлеобразный компенсатор

Длину l_k плеча компенсатора следует определять по формуле:

$$L_k = (15-25) * (d * \Delta l)^{0.5} \quad (2)$$

где d - наружный диаметр трубопровода, мм;

Δl - определяется по формуле (1), мм.

Для компенсации линейных удлинений, помимо компенсаторов, применяются также петлеобразные компенсаторы (рис. 2.2.5).

Крепление трубопровода к несущей конструкции (стене, колонне) выполняется с помощью скользящих и неподвижных («мертвых») опор.

Скользящей называется опора, фиксирующая трубопровод, но не препятствующая его осевому перемещению; неподвижной - опора, не позволяющая трубопроводу перемещаться в точке крепления.

Конструкции скользящей опоры (одинарной и двойной) представлены

Неподвижная опора устраивается из той же самой скользящей опоры, зажатой между двумя муфтами, или между двумя соединительными деталями (например, между двумя тройниками), или между соединительной деталью и муфтой. Допускается также устанавливать скользящую опору между лепестками из полипропилена, специально навариваемыми на трубу по окружности. Неподвижная опора может быть

выполнена также с помощью металлического хомута с резиновой или пластмассовой прокладкой, одеваемого на муфту. Хомут обжимает муфту с помощью одного или двух болтов.

Расстояния между скользящими опорами на горизонтальном трубопроводе из РР-Р следует принимать по приложению 13 методических рекомендаций.

3.3. Выбор труб для внутреннего водопровода

Для монтажа внутренних водопроводов применяют стальные и пластмассовые трубы [5, 6].

Стальные трубы наиболее распространены при монтаже внутреннего водопровода, благодаря высокой прочности, небольшой стоимости, значительной длине (до 6 м), простоты и прочности соединения и т.д. Во внутренних сетях чаще всего используют стальные водогазопроводные и стальные электросварные прямошовные трубы диаметрами условного прохода от 10 до 400 мм (ГОСТ 3262—75*, ГОСТ 10704—76*).

Пластмассовые трубы имеют ряд существенных преимуществ. Это большая коррозионная стойкость, малый вес, минимальные потери при движении жидкости, простота соединения. Промышленностью выпускаются трубы из полиэтилена высокой плотности (ГОСТ 18599—83*) с диаметрами условного прохода от 10 до 150 мм.

3.4. Гидравлический расчет внутреннего водопровода.

Расчет водопроводной сети жилого здания производится с целью определения наиболее экономичных диаметров труб и необходимого напора на входе в здание, который бы обеспечил бесперебойное снабжение водой всех водоразборных узлов, а также необходимый расход и свободный напор у наиболее удаленных из них. Ниже проводится порядок расчета согласно СНиП [1].

3.4.1. Выбор расчетного участка

На аксонометрической схеме водопровода выбирается расчетное направление. Это участок от точки присоединения к наружному водопроводу до диктующего прибора. Диктующий прибор выбирается на самом удаленном от ввода стояке с наибольшим свободным напором H_f (H_p) и секундным расходом воды q_0^{tot} . Если существует несколько стояков, удаленных примерно на одинаковое расстояние, с одинаковыми приборами, то необходимо рассчитать все направления, от точки ввода до вершины этих стояков. Направление с наибольши-

ми потерями следует считать диктующим. Из расчета этого направления определяют требуемый напор на вводе в здание. Подача воды по другим стоякам будет гарантирована, так как сопротивление перемещению жидкости на этих участках будет меньше. Выбранное расчетное направление разбивается на расчетные участки. Участок — это часть сети между двумя последовательными ответвлениями. Участки и точки ответвлений нумеруются арабскими цифрами от диктующего прибора против движения воды до места ввода от уличной сети.

3.4.2. Нормы водопотребления и расчетные расходы воды на участках

До начала расчета необходимо информацию о потребителях и установленных приборах оформить в виде таблиц 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1

Характеристики потребителей

Водопотребители	Измеритель	Нормы расхода воды, л					
		в сутки наибольшего водопотребления			в час наибольшего водопотребления		
		общие Q_u^{tot}	холод. Q_u^c	горячей Q_u^h	общие $Q_{hr,u}^{tot}$	холод. $Q_{hr,u}^c$	горячей $Q_{hr,u}^h$
Жилые дома квартирного типа: с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные мойками, умывальниками, ваннами длиной от 1500 до 1700 мм, оборудованными душами	1 житель	285	170	115	15,6	5,6	10

Примечание. Количество потребителей равняется количеству жильцов дома, поэтому их расчет ведется по формуле: $U = \Sigma S_{жил} / 12$, где $\Sigma S_{жил}$ — общая жилая площадь всего дома, м²; 12 или 18 — норма жилой площади на 1 человека, м².

Таблица 2.2

Характеристики установленных приборов

Наименование санитарно-технического прибора	Количество приборов N , шт.	Расход воды, л/с		Часовой расход воды прибором $q_{0,hr}^{tot}$, л/час	Свободный (рабочий) напор $H_f (H_p)$
		холодной q_0^C	общий q_0^{tot}		
1. Умывальник, раковина, рукомойник со смесителем					
	$\Sigma N = \dots$				

Примечание. Количество приборов N находится по заданию для проектирования (типового проекта).

Заполнение таблиц происходит на основании данных источника [1, приложение 2] или таблиц 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3

Нормы водопотребления для жилых и общественных зданий

Водопотребители	Измеритель	Расход, л		
		общий (хол. и гор. вода) в сутки максимального водопотребления $Q_{max}^{сут}$	в час максимального водопотребления	
			хол. воды $Q_{4,Хмо}$	общий $Q_{4,мзЦ}$
Жилые здания с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	110	6,5	6,5
То же, и ваннами с газовыми водонагревателями	1 житель	190	10,5	10,5
То же, с централизованным снабжением горячей водой (души)	1 житель	230	4,6	12,5
То же, с сидячими ваннами	1 житель	275	5,1	14,3
То же, с ваннами длиной 1500-1700 мм и душем	1 житель	300-400	5,6-9,1	15,6-20,0
Общежития с душевыми	1 житель	100	4,1	10,4
Гостиницы, пансионаты, мотели	1 житель	120-300	4,3-14,0	12,5-30,0

Таблица 2.4

Расходы воды и стоков санитарными приборами

Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			Свободный напор	Мин. диаметр подводки, мм
	общий	холодной	горячей	общий	холодной	горячей		
1. Умывальник, раковина с водоразборным краном	0,1	0,1	–	30	30	–	2	10
2. Умывальник, раковина со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2	10
3. Раковина, мойка с водоразборным краном	0,15	0,15	–	50	50	–	2	10
4. Мойка со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2	10
5. Ванна со смесителем общим для ванн и умывальников	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3	10
6. Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	300	300	–	3	15
7. Душевая кабина с поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	3	10
8. Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	–	83	83	–	2	8
9. Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	–	81	81	–	4	–
10. Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	2	15

Расходы воды в жилом здании изменяются непрерывно, подчиняясь закономерностям случайных процессов. В основу определения расчетных расходов положены законы теории вероятности. Поэтому не обязательно назначать в качестве расчетного максимальный расход, соответствующий суммарному расходу всех приборов. Это приведет к значительному увеличению диаметра труб. Вероятность одновременного действия всех приборов ничтожно мала. Кроме этого для тупиковых сетей допускается перерыв в подаче воды. Поэтому расчетным расходом является не максимально возможный, а меньший, определяемый по эмпирической зависимости:

$$q = 5 q_0 \alpha,$$

где q_0 — секундный расход водоразборной арматуры, л/с;

α — коэффициент, зависящий от вероятности одновременного включения приборов P и их числа N .

Секундный расход q_0 выбирается по СНиП [1, приложение 2] или по таблице 2.4 для прибора с максимальным водопотреблением. Величина коэффициента α определяется по источнику [1, приложение 4] или по таблице 2.5 и зависит от произведения вероятности одновременного действия всех приборов P и количества приборов на участке N , для чего предварительно рассчитывают вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{N \cdot 3600 \cdot q_0^c} = \frac{5,6 \cdot 128}{160 \cdot 3600 \cdot 0,18}$$

где P — вероятность действия всех приборов сети одновременно;

$q_{hr,u}^c$ — норма расхода холодной воды в час наибольшего водопотребления

U — количество потребителей воды, чел.;

N — общее количество приборов, находящихся в здании, шт.;

q_0 — нормативный расход диктующего прибора, л/с.

Таблица 2.5

Значения коэффициента α при $P \leq 0,1$ и любом числе санитарно-технических приборов N , а также при $P > 0,1$ и числе $N > 200$

$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α	$N \cdot P$	α
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
менее 0,015	0,200	0,076	0,312	0,37	0,588	1,55	1,238	6,0	2,891
0,015	0,202	0,078	0,315	0,38	0,595	1,6	1,261	6,1	2,924
0,016	0,205	0,080	0,318	0,39	0,602	1,65	1,283	6,2	2,956

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,017	0,207	0,082	0,32	0,40	0,610	1,7	1,306	6,3	2,989
0,018	0,210	0,084	0,323	0,41	0,617	1,75	1,328	6,4	3,021
0,019	0,212	0,086	0,326	0,42	0,624	1,8	1,350	6,5	3,053
0,020	0,215	0,088	0,328	0,43	0,631	1,85	1,372	6,6	3,085
0,021	0,217	0,090	0,331	0,44	0,638	1,9	1,394	6,7	3,117
0,022	0,219	0,092	0,333	0,45	0,645	1,95	1,416	6,8	3,149
0,023	0,222	0,094	0,336	0,46	0,652	2,0	1,437	6,9	3,181
0,024	0,224	0,096	0,338	0,47	0,658	2,1	1,479	7,0	3,212
0,025	0,226	0,098	0,341	0,48	0,665	2,2	1,521	7,2	3,275
0,026	0,228	0,1	0,343	0,49	0,672	2,3	1,563	7,4	3,338
0,027	0,230	0,105	0,349	0,50	0,678	2,4	1,604	7,6	3,400
0,028	0,233	0,11	0,355	0,52	0,692	2,5	1,644	7,8	3,462
0,029	0,235	0,115	0,361	0,54	0,704	2,6	1,684	8,0	3,524
0,030	0,237	0,12	0,367	0,56	0,717	2,7	1,724	8,2	3,585
0,031	0,239	0,125	0,373	0,58	0,730	2,8	1,763	8,4	3,646
0,032	0,241	0,13	0,378	0,60	0,742	2,9	1,802	8,6	3,707
0,033	0,243	0,135	0,384	0,62	0,755	3,0	1,840	8,8	3,768
0,034	0,245	0,14	0,389	0,64	0,767	3,1	1,879	9,0	3,828
0,035	0,247	0,145	0,394	0,66	0,779	3,2	1,917	9,2	3,888
0,036	0,249	0,15	0,399	0,68	0,791	3,3	1,954	9,4	3,948
0,037	0,250	0,155	0,405	0,70	0,803	3,4	1,991	9,6	4,008
0,038	0,252	0,16	0,41	0,72	0,815	3,5	2,029	9,8	4,067
0,039	0,254	0,165	0,415	0,74	0,826	3,6	2,065	10,0	4,126
0,040	0,256	0,17	0,42	0,76	0,838	3,7	2,102	10,2	4,185
0,041	0,258	0,175	0,425	0,78	0,849	3,8	2,138	10,4	4,244
0,042	0,259	0,18	0,43	0,80	0,860	3,9	2,174	10,6	4,302
0,043	0,261	0,185	0,435	0,82	0,872	4,0	2,210	10,8	4,361
0,044	0,263	0,19	0,439	0,84	0,883	4,1	2,246	11,0	4,419
0,045	0,265	0,195	0,444	0,86	0,894	4,2	2,281	11,4	4,534
0,046	0,266	0,20	0,449	0,88	0,905	4,3	2,317	11,8	4,649
0,047	0,268	0,21	0,458	0,90	0,916	4,4	2,352	12,2	4,764
0,048	0,270	0,22	0,467	0,92	0,927	4,5	2,386	12,6	4,877
0,049	0,271	0,23	0,476	0,94	0,937	4,6	2,421	13,0	4,990
0,050	0,273	0,24	0,485	0,96	0,948	4,7	2,456	13,4	5,103
0,052	0,276	0,25	0,493	0,98	0,959	4,8	2,490	13,8	5,215
0,054	0,280	0,26	0,502	1,0	0,969	4,9	2,524	14,2	5,326
0,056	0,283	0,27	0,51	1,05	0,995	5,0	2,558	14,6	5,437
0,058	0,286	0,28	0,518	1,1	1,021	5,1	2,592	15,0	5,547
0,060	0,289	0,29	0,526	1,15	1,046	5,2	2,626	15,4	5,657
0,062	0,292	0,30	0,534	1,2	1,071	5,3	2,660	15,8	5,767
0,064	0,295	0,31	0,542	1,25	1,096	5,4	2,693	16,2	5,876
0,066	0,298	0,32	0,55	1,3	1,120	5,5	2,726	16,6	5,984
0,068	0,301	0,33	0,558	1,35	1,144	5,6	2,760	17,0	6,093
0,070	0,304	0,34	0,565	1,4	1,168	5,7	2,793	18,0	6,362

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,072	0,307	0,35	0,573	1,45	1,191	5,8	2,826	19,0	6,629
0,074	0,309	0,36	0,58	1,5	1,215	5,9	2,858	20,0	6,893

При централизованном горячем водоснабжении расчетной величиной является расход прибором холодной воды q_0^C . При наличии в квартирах водогрейных колонок расчетным является общий секундный расход q_0^{tot} .

3.4.3. Определение расчетных расходов на вводе.

1. Вычисление максимального секундного расхода воды

$$U = \frac{S \cdot n}{f}$$

где U - количество потребителей в доме

S – жилая площадь 1 этажа(по типовому проекту-экспликация помещений)

n – количество этажей в здании(по 1 листу задания- для всех 5 этажей).

f – норма жилой площади на 1 человека(12м²,18м²)

$$U = \frac{1528,5 \cdot 5}{12} = 128 \text{ чел.}, \quad N = 160 \text{ приборов}$$

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

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды в час наибольшего водопотребления(табл.2.1. методических рекомендаций)

U - количество потребителей в доме

N – количество приборов в здании(считать по своему зданию)

q_0^c – норма расхода воды для прибора с наибольшим водопотреблением(таблица 2.4. методических рекомендаций, секундный расход по ванной)

$$P = \frac{5,6 \cdot 128}{160 \cdot 3600 \cdot 0,18} = 0,007; \quad N \cdot P = 160 \cdot 0,007 = 1,12;$$

$\alpha = 1,039$ (табл.2.5. метод. рекомендаций, определяем по значению $N \cdot P = 1.12$)

$$q_c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha$$

$$q_c = 5 \cdot 0,18 \cdot 1,039 = 0,9351 \text{ л/с}$$

2. Вычисление максимального часового расхода воды

$$P_{hr}^c = \frac{(3600 \cdot P_0^c \cdot q_0^c)}{q_{0hr}^c}$$

Где q_{0hr}^c – часовой расход воды для прибора с наибольшим водопотреблением(табл.2.4. по ванной)

$$P_{hr}^c = \frac{(3600 \cdot 0,007 \cdot 0,18)}{200} = 0,023; N \cdot P = 160 \cdot 0,023 = 3,68; \alpha = 2,09$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{0hr}^c \cdot \alpha$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 2,09 = 2,09 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3. Вычисление среднего часового расхода воды в сутки наибольшего водопотребления

$$q_T^c = (\varepsilon q_{iu} \cdot U_i) / (100 \cdot T)$$

Где εq_{iu} - норма расхода воды в сутки на 1 жителя(норматив из таблицы водопотребления,табл.2.1 метод.реком.)

T – период максимального водопотребления в сутки

$$q_T^c = (170 \cdot 128) / (100 \cdot 24) = 0,906 \text{ м}^3/\text{ч}$$

3.4.4. Определение диаметров, скоростей и потерь на участках сети

Гидравлический расчет выполняется в нижеприведенной последовательности.

1. Вычерчивается аксонометрическая схема сети с указанием на ней всех санитарно-технических приборов (если в курсовом проекте запроектирована ванна со смесителем, общим для ванн и умывальников, следовательно на аксонометрической схеме сети указывается только смеситель с душевой сеткой без смесителя на умывальник.

2. На аксонометрической схеме сети выбирают расчетное направление от ввода до диктующего прибора и определяют длины расчетных участков между узловыми точками.

3. Определяют расчетные расходы на всех расчетных участках (подсчет количества водоразборной арматуры для расчета на участках осуществляется согласно аксонометрической схемы).

4. Назначают диаметры труб на расчетных участках, согласно оптимальной скорости движения воды, определяют потери напора на 1 м и на всем расчетном участке.

5. Результаты расчета заносятся в таблицу (пример заполнения приведен в табл. 2.6).

6. Определяют общие потери напора по длине (суммируют графики 11 таблицы б) и находят значение h_{ℓ} для определения требуемого напора на вводе в здание.

Длина участка определяется измерением расчетного участка на аксонометрической схеме сети с учетом принятого масштаба.

Количество приборов на участке N суммируется от участка к участку, для учета всех санитарно-технических приборов сети, поэтому количество приборов на последнем участке должно быть равно общему количеству приборов сети.

Диаметр трубопровода находится по приложению 5 в зависимости от расчетного расхода на участке и исходя из наиболее экономичных скоростей движения воды:

- минимальная скорость движения воды — $V = 0,7$ м/с;
- максимальная скорость движения воды — $V = 1,5$ м/с;
- оптимальная скорость движения воды — $V = 0,9-1,2$ м/с.

Расчеты необходимо расписать на каждом участке. К примеру:

Участок 0-1 N=1шт.

$$P^c \cdot N = 0,009 \cdot 1 = 0,009;$$

-Определяем коэффициент a по табл. 2.5. методических рекомендаций.

В этом случае $a = 0,2$ (при $P^c \cdot N$ менее 0,015)

-Определяем расход воды на участке по формуле:

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot a \quad q^c = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,2 = \mathbf{0,18} \text{ л/с.}$$

- Определяем диаметр трубопровода, скорость движения воды и потери напора на одном метре по таблицам гидравлического расчета (приложение 5 методических рекомендаций). Подбираем диаметр таким образом, чтобы скорость движения воды в трубах была в пределах 0,7-1,5 м/с.

Расход, л/с	Скорость V , м/с, и потери напора на единицу длины $1000i$ при условном проходе труб, мм			
	15		20	
	V	$1000i$	V	$1000i$
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2
0,10	0,59	100,2	0,31	21,1
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2
0,20	1,18	360,5	0,62	73,5
0,30	1,77	807	0,94	154,9

Таблица 2.6

Данные расчета водопровода

№ участка	Длина участка, м	Кол-во приборов на участке N , шт.	Вероятность действия приборов P	Коэффициент α	Постоянная $5q_0$	Расчетный расход на участке q , л/с	Диаметр трубы, мм	Скорость V , м/с	Потери напора по длине h_{ℓ} , м	
									на 1 м	на всем участке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	3,2	3	0,02	0,289	0,9	0,26	20	0,812	0,122	0,390
1-2	2,8	6	0,02	0,367	0,9	0,33	20	1,033	0,188	0,526
...
9-10	1,4	62	–	–	–	1,12	32	–	1,631	2,283
10-11	1,5	62	0,02	1,24	0,9	1,12	50	0,53	0,016	0,024
										$\Sigma h_{\ell} = \dots$

Примечание: 1. На участке с водомерным узлом диаметр трубопровода такой же как калибр счетчика; 2. На вводе водопровода диаметр ввода принимается не менее **50**мм.

Потери напора на 1 метре трубопровода i соответствующего расчетного участка определяют по приложению 5 или приложению 17 методических рекомендаций, согласно расчетному расходу, принятого диаметра трубопровода и скорости движения воды. Если значения расходов не совпадают с табличными, то искомые величины находят при помощи линейного интерполирования. Скорости движения воды и потери напора по длине определяются в данном случае аналогично.

Например: расчетный расход на участке $q = 0,26$ л/с, длина участка 3,2 м, необходимо найти диаметр трубопровода, скорость движения воды V и потери напора на 1 метре трубопровода i .

Решение: по приложению 5 (17) находим искомые величины (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Данные для подбора диаметра труб

Расход	$\varnothing = 20$ мм	
q , л/с	V , м/с	$1000i$, мм
0,2	0,62	73,5
0,3	0,94	154,9

Интерполируем параметры:

$$V = 0,62 + \frac{0,94 - 0,62}{0,3 - 0,2} (0,26 - 0,2) = 0,812 \text{ м/с,}$$

$$1000i = 73,5 + \frac{154,9 - 73,5}{0,3 - 0,2} (0,26 - 0,2) = 122,34 \text{ мм,}$$

$$i = 122,34/1000 = 0,122 \text{ м.}$$

Значение i заносится в графу 10 табл. 2.6 (№ участка 0-1).

Зная потери напора на 1 метре участка трубопровода и длину участка, находим потери напора на всем расчетном участке сети:

$$h_{\ell} = 0,122 \cdot 3,2 = 0,39.$$

Значение h_{ℓ} заносится в графу 11 табл. 2.6 (№ участка 0-1).

3.4.5. Подбор водосчетчика. Определение потерь напора.

Таблица 2.7

Данные для подбора счетчиков воды

Тип счетчика	Калибр, мм	Допустимый расход			Гидравлическое сопротивление S , м·с ² /л ²
		наибольший, м ³ /сут	наименьший		
			л/с	м ³ /ч	
Крыльчатый	15	6	0,011	0,04	14,4
	20	10	0,022	0,06	5,1
	32	20	0,029	0,105	1,3
	40	40	0,048	0,17	0,32
	50	60	0,061	0,22	0,0265
Турбинный	50	140	0,84	3,0	0,0265
	80	500	1,67	6,0	0,00207
	100	880	2,22	8,0	0,000675
	150	2000	3,34	12,0	0,00013
	200	3400	5,0	18,0	0,0000453

Таблица 4 - Характеристики крыльчатых счетчиков воды

Условный проход, D_u , мм	Расход воды			Гидравлические характеристики		
	номинальный, м ³ /ч	порог чувствительности, м ³ /ч	наибольший, м ³ /сут	Расход при потере 1м, м ³ /ч	Значения S для расхода	
					м ³ /ч	л/с
15	1	0,018	10	1	1,11	14,4
20	1,6	0,025	17	1,6	0,4	5,18
25	2,2	0,035	25	2,2	0,2	2,6
32	3,2	0,05	35	3,2	0,1	1,3
40	6,3	0,1	70	6,3	0,25	0,32

Можно найти характеристики другого счетчика, к примеру ВСХ-32, ВСХ-40, ВСХ-50 и сделать проверку по данному счетчику. Таблицу технических характеристик счетчика представить приложением в пояснительной записке к курсовой работе.

Принимаем калибр счетчика, исходя из диаметра на предыдущем участке (перед водомерным узлом).

Подбираем по приведенной таблице калибр крыльчатого счетчика:

1. Принимаем предварительно $D_v = 32$ мм, который проверяется по потерям напора и должен удовлетворять условиям:

$$q_{сут. макс.}^c \leq q_{сут. н}^c;$$

$$q_{н.ч.} \leq q_{hr}^{c, min};$$

$$q_{ном.} \geq q_{hr}^{c, max};$$

- 1.1 Проверка на пропуск среднесуточных расходов максимального водопотребления:

$$q_{сут. макс.}^c \leq q_{сут. н}^c;$$

Среднечасовой расход воды в сутки $q_T^c = 0,94 \text{ м}^3/\text{ч}$ (см. табл.3 выше). Определяем максимальный суточный расход воды, умножая среднечасовой расход воды на период расхода-24 часа.

$q_{сут. макс.}^c = 0,94 \times 24 = 22,56 \text{ м}^3/\text{сут}$ - расход воды в сутки максимального водопотребления в здании;

$q_{сут. н}^c = 35 \text{ м}^3/\text{сут}$ - наибольшая нагрузка счетчика по расходу воды в сутки (см. табл.5 выше)

$$22,56 \leq 35 \quad \text{условие выполняется}$$

- 1.2. Проверка на учет минимальных часовых расходов воды:

$$q_{н.ч.} \leq q_{hr}^{c, min}$$

$q_{hr}^{c, max} = 2,039 \text{ м}^3/\text{ч}$ - расход воды в час максимального водопотребления в здании;

$q_{hr}^{c, min} = 0,015 \cdot q_{hr}^{c, max} = 0,015 \cdot 2,039 = 0,306 \text{ м}^3/\text{ч}$ - наименьший расход воды в здании;

$q_{н.ч.} = 0,05 \text{ м}^3/\text{ч}$ - порог чувствительности счетчика.

$$0,05 \leq 0,306 \quad \text{условие выполняется}$$

- 1.3. Проверка на пропуск расчетного максимально часового расхода воды в здании:

$$q_{ном.} \geq q_{hr}^{c, max};$$

$q_{ном.} = 3,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ - номинальный расход счетчика;

$q_{hr}^{c, max} = 2,039 \text{ м}^3/\text{ч}$ - расход воды в час максимального водопотребления в здании (см. таб.3 выше).

$$3,2 \geq 2,039 \quad \text{условие выполняется}$$

- 1.4. Определяем максимальные потери напора в счетчике и сравниваем с предельными нормативными значениями.

Наибольшие потери напора в счетчике определяются по формуле:

$$H_{сч} = S \cdot (q^c)^2$$

$S = 1,3$ л/с - гидравлическое сопротивление счетчика;

$q^c = 0,92$ л/с - максимальный секундный расчетный расход воды (см. табл. 3 выше);

$$H_{сч} = 1,3 \cdot 0,92^2 = 1,1 \text{ м в. ст.};$$

$$1,1 \leq 2,5;$$

$$1,1 > 0,5;$$

где 2,5 м в. ст. - максимально допустимые потери напора крыльчатого водосчетчика;

0,5 м в. ст. - 20% от 2,5 м в. ст.

Предварительно выбранный калибр $D_y = 32$ мм может быть принят к установке

Таким образом, принимаем водосчетчик «Нарва» однострунный скоростной крыльчатый с диаметром условного прохода $D_y = 32$ мм.

3.4.6. Определение требуемого напора на вводе в здание

После окончания расчета находится требуемый напор для внутреннего водопровода здания:

$$H_{тр} = H_r + h_{вв} + h_{вод} + \sum h_L + h_m + H_p$$

где H_r — геометрическая высота подачи воды, от отметки гарантийного напора в наружной сети водопровода до отметки расположения диктующего водоразборного устройства, м;

$\sum h_{пот}$ — суммарные потери напора по расчетному направлению, м;

H_p — свободный напор перед диктующим водоразборным устройством, м (см. табл. 2.4).

Геометрическая высота подачи воды находится по формуле:

$$H_r = H_1 + H_{пл}$$

$$H_1 = h_{пл} + (n-1) \cdot h_{эт} + h_{пр}$$

где $h_{пл}$ — превышение отметки пола первого этажа над поверхностью земли (планировочная высота), м;

n — число этажей в здании, шт.;

$h_{эт}$ — высота этажа здания, м;

$h_{пр}$ — высота расположения диктующего прибора над полом, м.

$$H_{пл} = z_2 - z_1,$$

z_2 - отметка в точке подключения в наружные сети (принять для курсовой работы на 2,5 м ниже отметки крышки колодца на врезке).

z_1 . отметка земли у здания(определяется по горизонталям на генплане)

Примечание: Нпл не используется при определении геометрической высоты подачи воды, если точка врезки водопровода в наружные сети располагается выше точки ввода водопровода в здание).

h_{вв} – потеря напора на вводе водопровода, м

$$h_{вв} = L * i$$

L – длина трубопровода от стены фундамента здания до точки врезки в наружный водопровод.

i – потеря напора для соответствующего диаметра трубопровода (Гидравлические таблицы), (м).

Диаметр трубопровода водопровода до 1-го колодца 50мм (не менее), а до точки врезки - 110мм.

h_{вод} (H_{сч}) – потеря напора в водомерном узле, м

$$h_{вод} = S * q^2 \quad q = 5q_0 * \alpha$$

S – гидравлическое сопротивление счетчика, выбирается согласно техническим характеристикам счетчика конкретной марки(можно взять из интернета, распечатать и приложить в курсовую работу).

q – секундный расход воды на вводе здания, л/с.(см. расчет расходы на вводе)

$\sum h_L$ – сумма потерь напора на расчетном направлении от водомерного узла до диктующего прибора.(расчетные данные из итоговой таблицы гидравлического расчета водопровода, просуммировать колонку 11) , м

$\sum h_m$ - потери напора на местные сопротивления, м(на повороты, запорную арматуру).

$$\sum h_m = a * \sum h_L,$$

$a=30\%$ – для хозяйственно-питьевого водопровода для жилого или общественного здания; 20% – хозяйственно-противопожарного водопровода; 15% – производственно-противопожарного; 10% – противопожарного.

Необходимо сравнить: $N_{тр} < N_{гар}$

$N_{гар}$ – гарантированный напор в сетях водопровода, если $N_{тр} >$ больше, чем $N_{гар}$ на 1 или 1.5 м, то необходимо откорректировать диаметры так, чтобы потери напора стали меньше.

Если $N_{тр} > N_{гар}$ на большее значение, то подбирается насос на разницу $H=N_{тр}-N_{гар}$

3.4.7 Расчет и подбор насосных установок.

Порядок расчета:

1. Определяем производительность насоса.

Производительностью насоса (Q_n) является подаваемый в единицу времени полезный объемный расход, измеряемый в м³/с (встречаются так же л/с и м³/ч). Чаще по графикам подбора насосов встречаются единицы измерения расхода воды в м³/ч. Определяем как максимальный часовой расход воды на вводе.

2. Определяем напор насоса(N_n , м):

$$N_n = N_{тр} - N_{гар}$$

3. Определяем мощность электродвигателя:

$$N_{эд} = (Q_n * N_n * \beta) / (102 * \eta_n * \eta_{эд}), \text{ где}$$

Q_n - производительность насоса (л/с), (максимальный секундный расход на вводе в здание);

N_n -напор насоса, м;

β – коэффициент запаса, учитывающий перегрузку для электродвигателей мощностью до :

$$0,8 \text{ кВт} - \beta = 2;$$

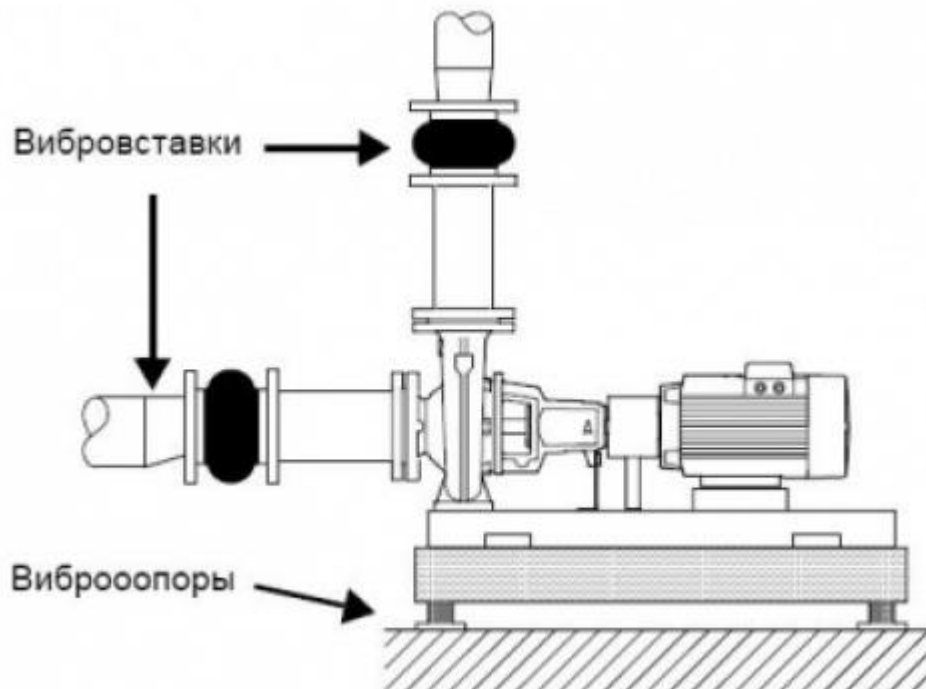
$$2 \text{ кВт} - \beta = 1,5;$$

4-10кВт- $\beta=1,1-1,2$

η_n - КПД насоса(0,7-0,75);

$\eta_{эд}$ -КПД электродвигателя(0,9-0,95);

Определив все данные по графику подбора насоса на пересечении линий напора и производительности насоса выбираем нужную марку насоса обеспечивающий данные параметры.(см. приложение 21 методических рекомендаций)



Условное обозначение насоса (агрегата) при заказе, переписке и в технической документации должно быть:

Насос (агрегат) К45/30 УЗ.1 ТУ 3631-226-05747979-2003

где К – консольный;

45 – подача, м³/ч;

30 – напор, м;

УЗ.1 – климатическое исполнение и категория размещения.

или

Насос (агрегат) 1К8/18 УЗ.1 ТУ 3631-226-05747979-2003

где 1 – модернизация.

При поставке насоса с одним из вариантов рабочих колес по внешнему диаметру, добавляется индекс:

«м» – увеличенный диаметр;

«а», «б» – уменьшенный диаметр.

Насосы центробежные консольные и агрегаты электронасосные на их основе должны соответствовать требованиям ГОСТ Р52743-2007.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

4.1. Выбор системы канализации

Системы внутренней канализации различают по следующим признакам:

- *по назначению* различают бытовые, производственные и дождевые системы;
- *по способу сбора* загрязнений бывают сплавные системы, предусматривающие сбор стоков от всех источников с последующей транспортировкой и очисткой, и вывозные для небольших поселков, где отсутствует система сбора и очистки;
- *по сфере обслуживания* системы бывают объединенные, когда совместно отводятся все загрязнения, и отдельные, если некоторые виды стоков (агрессивные, ядовитые, токсичные и т.д.) выводятся отдельно;
- *по способу транспортирования* отличают трубопроводную и лотковую системы;
- *по устройству вентиляции* системы канализации бывают с вентилируемыми и невентилируемыми стояками.

Цель курсовой работы заключается в проектировании хозяйственно-бытовой трубопроводной системы канализации с вентилируемыми стояками.

4.2. Требования к трассировке канализационной сети

Канализационная сеть жилого здания включает следующие элементы: санитарные приборы, отводные канализационные трубы, канализационные стояки, выпуски, магистральные трубопроводы, гидрозатворы (сифоны), устройства для обслуживания и очистки, фасонные части и другие менее значительные детали.

4.2.1. Санитарно-технические приборы и отводные канализационные трубы

В квартирах, чаще всего, устанавливаются следующие санитарно-технические приборы: ванна, умывальник, мойка в кухне и унитаз со смывным бачком. Все приборы должны снабжаться гидрозатворами (сифонами), предотвращающими проникновение газов из канализационной сети.

Отводные трубы располагаются внутри квартир и соединяют санитарно-технические приборы с канализационными стояками. Предусматривается три способа прокладки отводных труб:

- по полу;
- в перекрытии между этажами(в конструкции пола);
- под потолком нижнего этажа.

В основном применяются два первых способа прокладки. Последний вариант можно реализовать лишь в том случае, когда трубы прокладываются в коридорах и санузлах. Участки сети следует прокладывать вдоль стен и переборок. Длина отводного трубопровода должна быть по возможности наименьшей. Если к отводке присоединяется три и более санитарных прибора, не имеющих специальных устройств для прочистки, то в начале такой линии предусматривают прочистку. Прочистки также устанавливают в местах поворотов с углом не более 30°. Не допускается присоединение отводных трубопроводов двух смежных квартир друг к другу. Отводная труба присоединяется к канализационному стояку при помощи тройников или крестовин под углом 90, 60 или 45°, а диаметр отводной трубы не должен превышать диаметр канализационного стояка. Чем меньше угол присоединения, тем выше пропускная способность системы и меньше вероятность засорения. Наибольший уклон отводных труб не должен превышать 0,15, за исключением ответвлений от приборов, имеющих длину до 1,5 м, а наименьший 0,01...0,015. Прокладка осуществляется под уклоном в сторону канализационного стояка.

4.2.2. Канализационные стояки

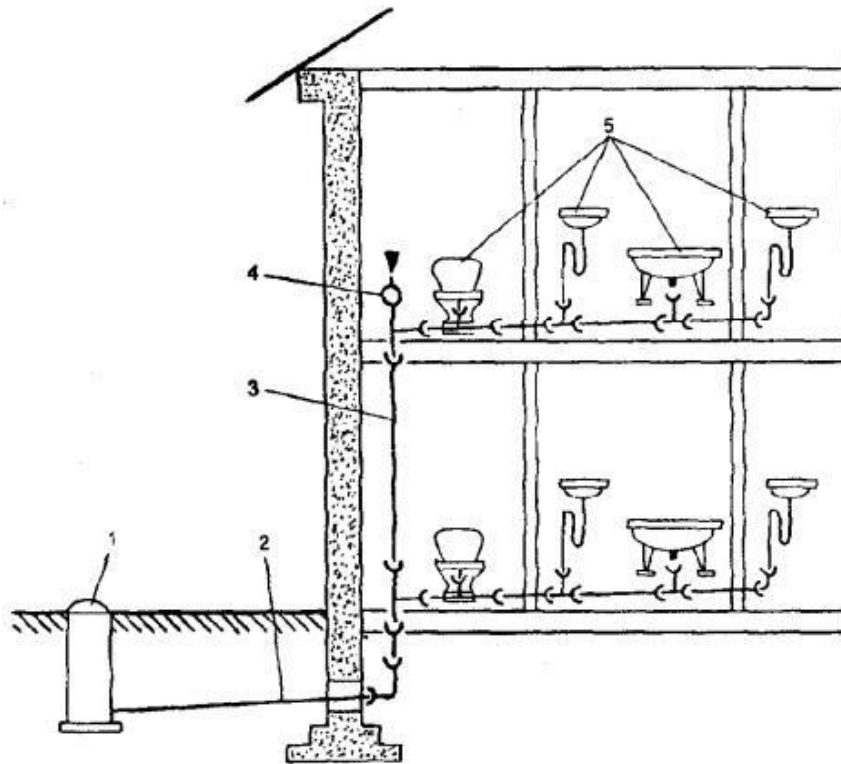


Рис. 3.2.1. Система канализации с неветилируемым стояком

- 1 - канализационный колодец; 2 - канализационный выпуск;
3 - неветилируемый стояк; 4 - канализационный вентиляционный клапан; 5 - санитарно-технические приборы.

Канализационные стояки могут быть вентилируемые и неветилируемые. Неветилируемыми стояки делают в случае невозможности вывода стояка канализации на кровлю через какое-либо помещение на вышележащем этаже по эстетическим, гигиеническим и нормативным требованиям.

Канализационные стояки собирают сточные воды отводных линий и располагаются строго вертикально. В крайних случаях при невозможности прямолинейной прокладки устраиваются отступы. Стояки размещают только по капитальным стенам открыто или закрыто в специальных шахтах, проектируемых с этой целью. Предпочтительнее располагать стояки ближе к приборам, в которые поступают наиболее грязные стоки (унитаз), лучше в углу туалета. К одному стояку при помощи крестовины нельзя присоединять отводные трубопроводы канализационных сетей из двух смежных квартир. Нельзя прокладывать канализационные стояки по наружным стенам и в жилых комнатах. Для вентиляции каждый стояк выводят на крышу на следующую высоту, м:

- от плоской неэксплуатируемой кровли — 0,3;
- от скатной кровли — 0,5;
- от эксплуатируемой кровли — 3;
- от обреза сборной вентиляционной шахты — 0,1.

Для прочистки стояков устанавливают ревизии на высоте 1,0 м от пола до центра ревизии или 0,15 м выше борта наиболее высоко расположенного санитарного прибора в следующих местах:

- на первом и последнем этаже;
- при наличии отступа — над ним;
- при этажности 5 и более — через три этажа;
- в подвале.

4.2.3. Выпуски канализационной сети

Выпуски — это горизонтальные трубопроводы, которые собирают сточные воды от одного или группы стояков и отводят их в наружную канализационную сеть. Выпуски, как правило, размещаются в подвалах зданий, в каналах пола первого этажа или техническом подполье. Число выпусков определяют сообразно размещению канализационных стояков. Необходимо отдавать предпочтение вариантам с минимальным числом выпусков и их наименьшей протяженностью. Проектирование одного торцового выпуска на все здание нецелесообразно. Нельзя прокладывать выпуски вдоль фундамента и пересекать им соединение капитальных стен. Выпуск направляется за пределы стен, но только не в сторону главного фасада здания. Выпуски целесообразно размещать с одной стороны здания. Глубина заложения трубопроводов за стенами здания принимается на 0,3 м выше глубины промерзания грунта при диаметрах трубопроводов до 500 мм и на 0,5 м при трубопроводах больших диаметров, но не менее 0,7 м от поверхности земли. Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна составлять не более:

- 8 м — при диаметре трубопровода 50 мм;
- 12 м — при диаметре трубопровода 100 мм;
- 15 м — при диаметре трубопровода 150 мм и более.

Диаметр выпуска не может быть меньше диаметра самого большого стояка.

Примечание. Выпуски от канализационной сети подвальных помещений следует предусматривать с уклоном не менее 0,02.

4.3. Трубы для внутренней канализационной сети

Для устройства внутренней канализации применяют в основном чугунные и пластмассовые трубы.

Чугунные трубы (ГОСТ 6942.3—80) выпускают однораструбными с условным проходом 50, 100 и 150 мм длиной от 0,75 до 2,2 м с покрытием на основе нефтяного битума для предотвращения коррозии внутри трубы. Соединяют трубы при помощи раструбов или соединительных фасонных частей, выпускаемых по ГОСТ 6942.2—80 и ГОСТ 6942.3—80, имеющие диаметры, соответствующие диаметрам труб. К соединительным частям относятся ревизии, удлиненные отводы по углом 90°, отводы под углом 110, 120 и 135°, колена под углом 90°, тройники косые под углом 45 и 60° и прямые под углом 90°, крестовины прямые и косые, муфты переходные и простые для стыкования труб разного размера, отступы.

Пластмассовые канализационные трубы и фасонные части изготавливают из полиэтилена по ГОСТ 18599—83*, полиэтилена низкого давления (ПНД) по ГОСТ 22689.3—77 и ПВХ по ТУ 6-19-231—83 и ТУ 6-19-307—86. Трубы из полиэтилена, полипропилена и ПВХ для внутренних канализационных сетей выпускают наружным диаметром 50 и 110 мм. Пластмассовые трубы применяют при транспортировании сточных вод температурой до 40 °С.

Асбестоцементные, керамические, бетонные и другие типы труб для устройства внутренней канализации применяют крайне редко.

4.4. Гидравлический расчет внутренней канализационной сети

В жилых зданиях в соответствии с указаниями норм проектируется следующие системы канализации:

- 1) Бытовая - для отведения сточных вод от санитарных приборов.
- 2) Внутренние водостоки - для отведения дождевых и талых вод с кровель зданий.

Система внутренней бытовой канализации состоит из следующих основных конструктивных элементов: санитарных приборов - приемников сточных вод (ванны, умывальники, мойки, раковины, унитазы и др.); гидравлических затворов - сифонов; сети трубопроводов, включающей отводные трубы, стояки, вытяжные трубы, выпуски из здания, ревизии и прочистки.

Гидравлический расчет канализации заключается в подборе или определении диаметров горизонтальных и вертикальных участков сети. Диаметр горизонтальных участков отводных труб от санитарных прибо-

ров не рассчитывается, а принимается по СНиП [1, приложение 2] или по таблице 3.1, а результаты заносятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.1. Характеристики основных приемников сточных вод

Приемники сточных вод	Нормативные характеристики приемников сточных вод				
	Расход стоков от прибора q_0^S , л/с	Уклон отводной трубы		Диаметр отводной трубы, мм	
		мин.	макс.	мин.	макс.
Умывальник	0,15	0,02	0,035	32	50
Мойка со смес.	0,3	0,025	0,035	40	50
Ванна со смес.	0,8	0,02	0,035	40	50
Ванна с водогр. колонкой	1,1	0,02	0,035	40	50
Унитаз со смывным бачком	1,6	0,02	0,025	85	100
Унитаз со смывным краном	1,4	0,02	0,025	85	100

Таблица 3.2. Характеристики установленных приборов

Приемник сточных вод	Количество приборов, N , штук	Расход стоков от прибора, q_0^S , л/с	Уклон отводной трубы	Диаметр отводной трубы, мм
1. Унитаз со смывным бачком				
	$\Sigma N = \dots$			

При подборе диаметра труб для стояков следует пользоваться СНиП [1, табл. 8] или таблицей 3.3.

Таблица 3.3. Данные для подбора диаметра канализационного стояка

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

Примечание. Диаметр канализационного стояка должен быть не менее наибольшего диаметра поэтажного отвода, присоединенного к данному стояку.

Диаметр канализационного стояка подбирается в зависимости от величины расчетного расхода сточных вод, наибольшего диаметра поэтажного отвода трубопровода и угла его присоединения к стояку. Расчетный расход сточных вод определяется по формуле:

$$q^s = 5 q_0^s \alpha, \quad (2)$$

где q^s — расчетный расход сточных вод;

q_0^s — норма расхода от прибора с наибольшим отведением на данном стояке, л/с [1, приложение 2] или см. табл. 3.1;

α — коэффициент, определяемый в зависимости от произведения количества приборов на стояке $N_{СТ}$ и вероятности одновременного действия всех приборов P , рассчитываемую по нижеприведенной формуле, согласно жилой площади и количеству потребителей для данного стояка (а не всего здания). Коэффициент α определяется по СНиП [1, приложение 4] или по таблице 2.5.

Результаты расчета заносятся в таблицу 3.4.

Таблица 3.4. Принятые диаметры канализационных стояков

Обозначение стояка	Кол-во приборов, присоединенных к стояку, шт.	Максимальный q^s стояка, л/с	Диаметр стояка, мм
К 1-1			
К 1-2			
и т.д.			

Примечание. Значения максимального расхода сточных вод q^s принимаются по таблице 3.3, согласно принятому диаметру трубопровода.

Далее проводится расчет сборного трубопровода и выпусков в следующем порядке.

1. Определяют общее число санитарных приборов ΣN , нагружающих участок сборного трубопровода или выпуска.

2. Определяют вероятность одновременного действия всех приборов по формуле

$$P^{tot} = (q_{u,hr}^{tot} \cdot U) / (q_o^{tot} \cdot N_{зд} \cdot 3600)$$

где P — вероятность действия всех приборов сети одновременно;

$q_{u,hr}^{tot}$ - общая норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего потребления (см. табл. 1 нормы водопотребления)

U — количество потребителей воды для данной расчетной сети, чел. (см. табл. 2.1);

$N_{зд}$ — общее количество приборов, рассчитываемой сети в здании, шт. (считается по своему типовому проекту для 5-эт. здания);

q_o^{tot} — норма общего расхода воды от прибора с наибольшим водопотреблением рассчитываемой сети, л/с или см. табл. 2.4. (по ванной)

3. Определяют расчетный расход сточных вод на участке по формуле (2), предварительно выбрав коэффициент α по произведению $\Sigma N \cdot P$ из СНиП [1, приложение 4] или табл. 2.5.

4. Далее определенный расход q^s сравниваем со значением максимальной пропускной способности стояка по табл 3.3., если максимальная пропускная способность больше, значит принимаем соответствующий диаметр канализационного стояка.

5. Делим горизонтальные трубопровода, соединяющие стояки в подвале на узловым точкам (местам присоединения стояков) и определяем расход сточных вод согласно п.4.4.3. методических рекоменда-

даций. Определяем диаметр, скорость и наполнение труб по приложению 18 методических рекомендаций.

4.4.1 Определение расчетных расходов на стояке и выпуске.

При гидравлическом расчете системы канализации диаметры трубопроводов определяются следующим образом:

-диаметры подводок к сантехническим приборам принимаются, исходя из таблицы 3.1. методических рекомендаций;

-диаметры стояков проверяются на пропускную способность и принимаются согласно таблицы 3.3. методических рекомендаций.

-диаметры горизонтальных трубопроводов, прокладываемых в подвале принимаются согласно расхода q^{sl} , л/с

4.4.2 Проверка пропускной способности стояков канализации .

Пример расчета.

Для стояка пропускную способность устанавливают по назначенному диаметру и расчетному расходу. Расчетным расходом сточных вод является максимальный секундный расход, л/с, определяемый по формуле:

$$q^s = q^{tot} + q_o^s, \text{ где (1)}$$

$q_o^s = 1,6$ л/с - расход стока от прибора (берется максимальное значение по унитазу (см. табл. 2));

q^{tot} - общий расход сточных вод (холодной, горячей воды) на расчетном участке сети;

$$q^{tot} = 5 \cdot q_o^{tot} \cdot \alpha, \text{ где}$$

q_o^{tot} - общий секундный расход воды у прибора с наибольшим потреблением (берется по ванной);

$$q_o^{tot} = 0,25 \text{ л/с (см. табл. 2);}$$

α - коэффициент, зависящий от числа приборов на расчетном участке сети и вероятности их действия.

Вероятность действия приборов:

$$P^{tot} = (q_{u,hr}^{tot} \cdot U) / (q_o^{tot} \cdot N_{зд} \cdot 3600), \text{ где}$$

$q_{u,hr}^{tot} = 15,6$ л/ч - общая норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего потребления (см. табл. 1);

$U = 133$ чел. - количество жильцов в доме по проекту;

$N_{зд} = 120$ шт. - число санитарно-технических приборов в здании по проекту;

$$P^{tot} = 15,6 \cdot 133 / (0,25 \cdot 120 \cdot 3600) = 0,019.$$

Находим для одного стояка:

$$P^{tot} \cdot N_{cm} = 0,019 \cdot 15 = 0,29, \text{ здесь}$$

$N_{cm} = 15$ шт. - наибольшее число санитарно-технических приборов,

подсоединенных к одному стояку.

По произведению $P^{tot} \cdot N_{cm}$ принимаем $\alpha = 0,526$ [5, прил. 4];

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,526 = 0,658 \text{ л/с};$$

$$q^s = 0,658 + 1,6 = 2,258 \text{ л/с}.$$

Принимаем диаметр стояков 100 мм при $q^s = 2,258$ л/с и угле подключения поэтажных отводов (диаметром 100 мм) к стояку $\varphi = 45^0$; пропускная способность обеспечена, так как ($2,258 \text{ л/с} < 5,5 \text{ л/с}$ (табл.3,3 методических указаний)).

В кухнях квартир установлены мойки со смесителями, для стояков на кухне тоже производится расчет на пропускную способность::

$$q_0^s = 0,3 \text{ л/с (см. табл. 2 расход стоков от мойки);}$$

$$q_0^{tot} = 0,12 \text{ л/с (см. табл. 2 общий расход воды для мойки со смесителем);}$$

$$P^{tot} = 15,6 \cdot 133 / 0,12 \cdot 120 \cdot 3600 = 0,04.$$

$$N_{cm} = 5 \text{ шт.};$$

$$P^{tot} \cdot N_{cm} = 0,04 \cdot 5 = 0,20, \text{ тогда } \alpha = 0,449 \text{ [5, прил. 4];}$$

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,12 \cdot 0,449 = 0,269 \text{ л/с};$$

$$q^s = 0,269 + 0,3 = 0,569 \text{ л/с}.$$

Принимаем диаметр стояков 50 мм при $q^s = 0,869$ л/с и угле подключения поэтажных отводов (диаметром 50 мм) к стояку $\varphi = 45^0$; пропускная способность обеспечена, так как ($0,569 \text{ л/с} < 1,4 \text{ л/с}$ (табл.3.3. методических указаний)).

4.4.3. Расчет горизонтальных трубопроводов канализации, прокладываемых в подвале(техподполье). Пример расчета.

Для горизонтальных трубопроводов и выпуска канализации пропускная способность оценивается по условию незасоряемости :

$$v \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (2), \text{ где}$$

где $K = 0,5$ - для трубопроводов с использованием труб из полимерных материалов;

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

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее $0,7 \text{ м/с}$, а наполнение трубопроводов - не менее $0,3$.

Для горизонтальных отводных трубопроводов систем канализации расчетным расходом следует считать расход q^{sL} , л/с, значение которого вычисляется в зависимости от числа санитарно-технических приборов N ,

присоединенных к расчетному участку трубопровода, и длины этого участка трубопровода L , м, по формуле

$$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s q_0^{s,2} \quad , \text{ где} \quad (3)$$

K_s - коэффициент осреднения расхода стоков в отводном трубопроводе, принимаемый по таблице 1;

$q_0^{s,2}$ - расчетный максимальный расход стоков, л/с, от прибора с максимальным водоотведением.

q_{hr}^{tot} - общий максимальный часовой расход воды на расчетном участке, м³/ч;

Значение коэффициента K_s следует принимать по таблице 1 в зависимости от числа обслуживаемых санитарных приборов N и длины отводного трубопровода L , м, от последнего на расчетном участке стояка (прибора) до следующего присоединения стояка (прибора) или, при отсутствии такого присоединения, - до ближайшего канализационного колодца.

Рабочей высотой канализационного стояка считается участок от точки присоединения наиболее высоко расположенного санитарно-технического прибора (или группы приборов) до точки перехода стояка в канализационный выпуск. При $90 D_{ст} > L_{ст}$ следует принимать $90,0 D_{ст} = L_{ст}$.

Расчетным следует считать поэтажный трубопровод, присоединяющий к стояку диктующий санитарно-технический прибор. В качестве диктующего санитарно-технического прибора следует принимать прибор, стоки от которого учитываются при определении расчетного расхода по формулам (1) и (3).

Таблица 1 Определения значения коэффициента K_s

N/L	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1000
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,15	0,13
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,16	0,13
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,24	0,16	0,14
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,17	0,14
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25	0,17	0,14
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28	0,26	0,17	0,15
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29	0,27	0,18	0,15
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,27	0,19	0,16
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,17
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,50	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,28	0,23
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,56	0,24
1000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,77	0,25

Примечание. За длину отводного трубопровода следует принимать расстояние от последнего на расчетном участке стояка до ближайшего присоединения следующего стояка или, при отсутствии таких присоединений, до ближайшего канализационного колодца.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА.

Участок 0-1 L=10м, N=15шт(сантехнических приборов, действующих на данном участке)

1. Вычисление вероятности действия приборов в секунду(по общему расходу воды)

Вероятность действия определяется по формуле:

$$P^{tot} = (q_{hr,u}^{tot} \cdot U) / (N \cdot 3600 \cdot q_0^{tot}), \text{ где}$$

q_0^{tot} - норма расхода воды на прибор с наибольшим водопотреблением (расход по ванной);

a - коэффициент, связанный с численной величиной P·N;

P^c - вероятность действия санитарно-технического прибора в секунду;

N - число санитарно-технических приборов на расчетном участке сети;

U - количество жильцов в доме, определяемое:

$$U = (F \cdot n) / f, \text{ где}$$

$F = 318,1$ м - общая площадь жилого этажа(считать по своему проекту);

$n = 5$ - число этажей в здании;

$f = 12$ м - норма общей площади на 1 человека, тогда:

$$U = 318,1 \cdot 5 / 12 = 133 \text{ чел. ;}$$

Подсчитываем количество приборов на все здание.

К примеру $N_{зд} = 122$ шт;

$q_0^{tot} = 0,25$ л/с (см. табл. 2 расход воды по ванной, для канализации берется общий расход воды, учитывая горячее водоснабжение);

$$P^{tot} = (q_{hr,u}^{tot} \cdot U) / (N \cdot 3600 \cdot q_0^{tot});$$

$q_{hr,u}^{tot} = 15,6$ л - норма общего расхода воды в час наибольшего потребления (см. табл. 1), тогда:

$$P^{tot} = (15,6 \cdot 133) / (122 \cdot 3600 \cdot 0,25) = 0,019,$$

2. Вычисление максимального часового расхода воды

Максимальный часовой расход определяется по формуле:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha, \text{ где}$$

$q_{o,hr}^{tot}$ - часовой расход воды для прибора с наибольшим водопотреблением (см. табл. 2), $q_{hr}^{tot} = 300$ л/ч (ванна);

P_{hr}^{tot} - вероятность действия санитарно-технического прибора в час;

$$P_{hr}^{tot} = (3600 \cdot P^{tot} \cdot q_o^{tot}) / q_{o,hr}^{tot};$$

P^{tot} - вероятность действия санитарно-технического прибора в секунду;

q_o^{tot} - нормы расхода воды на прибор с наибольшим водопотреблением; $q_o^{tot} = 0,25$ л/с (см. табл. 2 максимально секунднй общий расход воды по ванной);

$$P_{hr}^{tot} = (3600 \cdot 0,019 \cdot 0,25) / 300 = 0.057;$$

$$P \cdot N = 0,057 \cdot 15 = 0.86;$$

В этом случае $a = 0.894$ [табл.2.5 методических указаний], таким образом:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,894 = 1,341 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Определение расчетного расхода на участке, диаметра трубопровода, уклона, наполнения труб и скорости движения сточных вод.

$$q^{sl} = (q_{hr}^{tot} / 3,6) + K_s \cdot q_o \cdot s^2 \quad (1)$$

Длина участка трубопровода $L=10$ м, количество приборов 15 шт. По этим данным определяем по табл.1 коэффициент K_s (СП 40-107-2003 табл.1)

Табл.1 Определения значения коэффициента K_s

NL	1	3	5	7	10	15
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39

Интерполируем значение $K_s = 0,42 + ((0,43 - 0,42) / (16 - 12)) \cdot (15 - 12) = 0,428$

Подставляем данные в формулу(1):

$$q^{sl} = (1,341 / 3,6) + 0,428 \cdot 1,6 = 1,057 \text{ л/с}$$

По данному расходу определяем диаметр трубопровода(d), уклон(i), наполнение труб H/d и скорость движения сточных вод по таблице 2, проверяя условие незасоряемости. Минимальная скорость из условия незасоряемости труб должна быть не менее $V_m = 0,7$ м/с, а наименьшее наполнение — не менее $H/d = 0,3$. Верхний предел скорости для чугунных труб $V_m = 8$ м/с, а для пластмассовых $V_m = 4$ м/с.

Для принятых V_m и H/d должно выполняться условие:

$$V_m \sqrt{H/d} \geq 0,6.$$

Таблица 2

Диаметр трубы $D_{тр} = 110$ мм
Толщина стенки $S_{ст} = 2,7$ мм

h/D	$i = 0,01$		$i = 0,02$		$i = 0,03$		$i = 0,04$		$i = 0,05$		$i = 0,06$		$i = 0,07$	
	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с	q , л/с	V , м/с
0,3	1,564	0,721	1,747	0,805	1,916	0,884	2,074	0,956	2,221	1,024	2,362	1,089	2,685	1,238
0,4	2,744	0,855	3,061	0,953	3,355	1,045	3,628	1,130	3,882	1,209	4,125	1,285	4,684	1,459
0,5	4,125	0,960	4,598	1,070	5,036	1,172	5,443	1,267	5,822	1,355	6,183	1,439	7,014	1,632
0,6	5,592	1,039	6,229	1,157	6,819	1,267	7,367	1,369	7,878	1,463	8,365	1,554	9,482	1,762
0,7	7,008	1,091	7,804	1,215	8,540	1,329	9,224	1,436	9,861	1,535	10,469	1,629	11,863	1,847
0,8	8,203	1,113	9,132	1,239	9,993	1,356	10,792	1,464	11,536	1,565	12,246	1,662	13,875	1,883
0,9	8,926	1,096	9,939	1,220	10,877	1,335	11,748	1,442	12,559	1,542	13,332	1,637	15,107	1,855
1,0	8,251	0,960	9,196	1,070	10,072	1,172	10,885	1,267	11,644	1,355	12,367	1,439	14,028	1,632

Т.к. расчетный расход у нас получился меньше значений представленных в таблице для диаметра 100мм, а диаметр горизонтального трубопровода принять диаметром 50мм мы не можем, т.к. стояк для такого количества приборов принят 100мм(см.проверку на пропускную способность стояка), то данный участок считается безрасчетным. Поэтому условие проверить мы не можем.

В тех случаях, когда выполнить условие по формуле(2) не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода сточных вод, безрасчетные участки самотечных трубопроводов следует прокладывать с уклоном не менее $1/D$, где D - наружный диаметр трубопровода в мм. Поэтому для данного участка принимаем диаметр 110 мм и оптимальный уклон 0,02.

Другие участки горизонтальных трубопроводов рассчитываются аналогично, при этом определяется количество приборов, которые действуют на данном участке и расчетный расход, по которому подбирают диаметр.

Определять диаметр трубопровода можно по формуле или по таблице 2.

$$d = \frac{\sqrt{q_p^s / V_m}}{(H/d)^{0,4}} 1,13, \quad (6)$$

где q_p^s — расчетный расход сточных вод, определяемый по формулам (4) или (5), подставляемый в формулу (6) в $м^3/с$, $м^3 = 1000$ л;

V_m — средняя скорость движения жидкости, м/с;
 H/d — наполнение труб.

7. По полученным данным принимают ближайший стандартный диаметр и по приложению 6 или [3, рис. IV.43] уточняют значения скорости и наполнения из условий незасоряемости труб.

Правила пользования номограммой: значения q_p^s и d соединяют линейкой и определяют на шкале I точку, вращая на которой линейку, подбирают значение H/d в пределах 0,3-0,5 и значение $V_m \geq 0,7$ м/с, необходимые для выполнения неравенства (3).

8. Далее определяют уклон трубы по формуле

$$i = \frac{K (100 n)^{2,8} (V_m)^2}{d^{1,3}},$$

где $1\,000 K$ — коэффициент, зависящий от наполнения H/d , выбирается по таблице 3.5, в формулу нужно подставить коэффициент, деленный на 1 000;

n — коэффициент шероховатости для пластмассовых труб $n = 0,011$, для стальных и асбестоцементных труб $n = 0,012$, для чугунных труб $n = 0,013$, для керамических труб $n = 0,0134$, для бетонных и железобетонных труб $n = 0,014$);

V_m — средняя скорость движения жидкости, м/с;

d — принятый диаметр трубопровода, м.

Возможно также определение уклона трубы по приложению 7 или [3]. Для этого, соединив точки на шкалах n и d , получают точку на шкале I ; соединив ее со значением V_m , находят минимальный уклон i .

В противном случае уклон трубы принимают из следующих соображений:

– при $d = 100$ мм — $I = 0,02$;

– при $d = 150$ мм — $I = 0,01$.

Результаты расчета заносятся в таблицу 3.6.

4.4.4. Расчет отметок в соединительных колодцах внутриквартальной и городской наружных сетей.

Отметки поверхности земли в местах установки колодцев вычислены по горизонталям с генплана застройки участка (2 лист задания-генплан). Полученные данные приведены в табл. 3.7.

4.4.5. Определение расчетных расходов сточных вод на участках внутриквартальной сети.

Внутриквартальная (дворовая) сеть канализации устраивается для сбора и отведения сточных вод от выпусков зданий в уличную городскую сеть канализации.

Основными элементами внутриквартальной сети канализации являются трубопроводы и колодцы. Для прокладки применяются трубы керамические канализационные. На проектной трассе предварительно определяются расчетные участки сети. Порядок нанесения и нумерации задается по нарастанию расходов от дальней точки внутриквартальной сети к месту проектного соединения с городской сетью.

Для участков сети:

$$1) q_{1-2} = q_{\text{выт } 1}^s = 2,619 \text{ л/с (см. п. 2.1)}$$

$$2) q_{2-3} = q_{3-4} = q_{4-5} = 5 \cdot q_0^{\text{tot}} \cdot a + q_0^s;$$

$$N_{30} = 120 \text{ и } P^{\text{м}} = 0,012; q_0^{\text{tot}} = 0,25 \text{ л/с}; q_0^s = 1,6 \text{ л/с (см. табл. 2.1);}$$

$$P^{\text{tot}} \cdot N_{30} = 0,012 \cdot 120 = 1,440;$$

$$\alpha = 1,186 [5, \text{ прил. 4}], \text{ тогда:}$$

$$q_{2-3} = q_{3-4} = q_{4-5} = 5 \cdot 0,25 \cdot 1,186 + 1,6 = 3,083 \text{ л/с.}$$

4.4.6. Гидравлический расчет наружной сети

Пример выполнения:

Определение уклона прокладки труб по проектной трассе:

$\Sigma L = 89,1$ м - общая протяженность трассы;

$\Delta H = 73,44 - 72,17 = 1,27$ м - перепад отметок поверхности земли в начале и конце трассы; $i_m = \Delta H / \Sigma L = 1,27 / 89,1 = 0,014$

Так как $i_m = 0,014 > i_{\text{min}} = 0,008$, следовательно, поскольку выполняется условие незасоряемости, принимаем уклон внутриквартальной сети от колодца 1 до врезки в колодец городской сети равным уклону местности. Глубина заложения трубопровода внутриквартальной сети в колодце 1 находится по выражению:

$$H_{\text{зал}} = h_{t=0^\circ\text{C}} - 0,3 = 1,30 - 0,30 = 1 \text{ м, где}$$

($h_{t=0^\circ\text{C}} - 0,3$) - глубина заложения выпуска, принятая менее глубины промерзания грунта на 0,3 м [1].

4.5. Построение продольного профиля канализационной сети

По желанию студента для получения более высокой отметки в курсовой работе можно представить продольный профиль канализации, построенный согласно генплана участка.

При разработке технического проекта на первой стадии проектирования производят гидравлический расчет канализационной сети, основой для которого служит схема канализационной сети. В результате гидравлического расчета канализационной сети по расходам с учетом рельефа местности определяют диаметры и уклоны трубопроводов и составляют продольный профиль канализационной сети. На этом профиле указывают диаметры и уклоны труб, длины расчетных участков, отметки поверхности земли и лотков труб, а также глубины колодцев. Горизонтальный масштаб профиля обычно принимается равным 1:500, 1:1000, а вертикальный — 1:50, 1:100, 1:200 (приложение 8).

Применяемые материалы для устройства наружных магистральных канализационных трубопроводов должны обладать достаточной прочностью, водонепроницаемостью, устойчивостью к коррозии и истиранию, иметь гладкую поверхность и небольшую стоимость. Таким требованиям удовлетворяют керамические, железобетонные, бетонные и асбестоцементные трубы, а также ПВХ трубы.

В зависимости от системы канализации принимают следующие минимальные диаметры труб уличных сетей: при полной раздельной системе — 200 мм для бытовой сети и 250 мм для дождевой, при общесплавной системе — 250 мм. Трубы ПВХ безнапорные для наружной канализации выпускают ГОСТ Р 51613—2000, ТУ2248-003-75245920—2005, ТУ2248-057-72311668—2007 следующих диаметров: 110, 160, 200, 250, 315, 400 и до 1 200 мм. Керамические изготавливают раструбными длиной 1 000 и 1 200 мм диаметром до 600 мм (ГОСТ 286—82). Чугунные безнапорные диаметром 50, 100, 150 мм, а напорные трубы диаметром 50-1 000 мм. Бетонные безнапорные выпускают диаметром 100-1 000 мм. Железобетонные безнапорные 400-2 400 мм. Асбестоцементные напорные трубы производят длиной 4 и 5 м, диаметрами 100, 150 мм до 500 мм, безнапорные трубы диаметрами 150, 200, 300, 400 мм, длиной 3,95 и 5 м.

Для осмотра и прочистки водоотводящей сети на ней сооружают *смотровые колодцы*. В зависимости от места расположения и назначения колодцы подразделяются:

- на *линейные*, устраиваемые на прямолинейных участках сети в зависимости от диаметра труб (при диаметре 150 мм — 35 м; 200-450 мм — 50 м; 500-600 мм — 75 м);
- *поворотные*, устанавливаемые в местах изменения уклона водоотводящей линии и ее направления в плане;
- *узловые*, размещаемые в местах соединения линий;

- *контрольные*, устраиваемые в местах присоединения внутриквартальных и заводских сетей к уличным в пределах застройки кварталов.

Для соединения трубопроводов, уложенных на различной глубине, на водоотводящей сети сооружают *перепадные колодцы*. На трубопроводах диаметром до 600 мм перепады высотой до 0,3 м допускается осуществлять без устройства перепадного колодца путем плавного слива в смотровом колодце. При диаметре труб до 500 мм и высоте перепада до 6 м их выполняют со стояком из чугунных, асбестоцементных или железобетонных труб, а при диаметре более 500 мм — с водосливом практического профиля и водобойным колодцем в основании. В колодцах над стояком предусматривают приемную воронку, под стояком водобойный приямок с металлической плитой в основании. Для стояков диаметром до 300 мм допускается установка направляющего колена взамен водобойного приямка.

Уклоны магистральных трубопроводов при расчетном наполнении для всех систем канализации следует принимать не менее:

- для труб диаметром 150 мм — 0,008;
- для труб диаметром 200 мм и более — 0,005.

При построении продольного профиля канализации важно сохранять проектную глубину заложения трубопровода на выпуске из здания (согласно аксонометрической схемы канализации).

Правила построения:

1. Используется 2 масштаба для построения продольного профиля: горизонтальный и вертикальный. В вертикальном масштабе(М 1:50; М 1:100) показываются отметки горизонталей, а в горизонтальном масштабе(М 1:500; 1:1000) показываются оси колодцев и отмеряется расстояния между колодцами.
2. Определяют отметки поверхности земли по горизонталям генплана у каждого колодца и на выпуске у здания, данные отметки отмечают на осях колодцев на пересечении с соответствующей отметкой на вертикальной шкале профиля и записываются в горизонтальной таблице под каждой осью колодца.
3. Определяется отметка выпуска канализации из здания. Отметка берется с аксонометрической схемы канализации,

т.к. она должна быть определена вами согласно глубины промерзания грунта (см. п.4.4.6.). Из отметки поверхности земли у здания необходимо вычесть определенную глубину заложения канализации и данную отметку записываем в строчку горизонтальной таблицы продольного профиля-отметка трубопровода на выходе из здания.

4. Отметку трубопровода на следующем колодце определяют с учетом уклона трубопровода. Уклон до первого колодца должен быть **не менее 0,02** при диаметре выпуска канализации **110мм**. Превышение отметки определяется по формуле:

$$h=L \times i , \text{ где}$$

h- превышение одной отметки над другой,м;

L- расстояние между колодцами или от здания до 1-го колодца,м;

i- Уклон

К примеру отметка лотка трубы у здания 53,8(см.приложение8 метод.рек.).Расстояние до 1-го колодца 7,5м, уклон 0,02. Тогда $7,5 \times 0,02 = 0,15$ -значение превышения отметки. Данное превышение необходимо вычесть из предыдущей отметки, чтобы получить следующую. Т.е. $53,8 - 0,15 = 53,55$ и так вычисляются следующие отметки лотка трубы с уклоном от здания.

5. Разность между отметкой земли и отметкой лотка трубы, т.е. глубина колодца прописывается над колодцем рядом с осью, к примеру $h=1,7\text{м}$ (т.е. это у первого колодца разность отметок $55,2 - 53,5 = 1,7\text{м}$). Данная глубина должна быть не меньше глубины заложения канализации с учетом промерзания грунта.
6. Все коммуникации, которые пересекает данная линия канализации должны быть нанесены на продольном профиле с отметкой залегания.

Таблица 3.6. Данные расчета канализационной сети

№ участка	Длина участка, м	Расход сточных вод q^s , л/с	Средняя скорость Vm , м/с	H/d	K_s	Расчётный расход сточных вод q^{st}_p , м ³ /с	Расчётный диаметр трубопровода d , мм	Реальный диаметр трубопровода d , мм	Уклон трубы, i
1-2	0,7	2,08	1	0,4	0,6	1,18	49	100	0,02
2-3	6,38	5,16	1,75	0,4	0,6	3,2	76,13	100	0,07

5. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

В данном разделе необходимо выполнить два задания. Во-первых, составить спецификацию сетей водопровода и канализации. Во-вторых, дать развернутую характеристику инженерного узла или фрагмента сети, выполняемых на графическом листе согласно заданию (водомерного узла).

5.1. Спецификация водопровода и канализации

Спецификация — это документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта, необходимых для их изготовления. Сети внутреннего водопровода и канализации являются комплексом различных узлов, деталей и приборов, поэтому для них составляются спецификации. Спецификация выполняется согласно ГОСТ 21.104—79. В ней должна быть указана вся документация, перечислены все узлы, детали, фасонные части, санитарные приборы и т.д., то есть все то, что включает в себя и из чего монтируется внутренний водопровод и канализация здания. В графе «Наименование» необходимо указывать не только название детали, но и приводить основные размеры детали и ГОСТ, согласно которому она выполняется. Например:

- труба чугунная ЧК ГОСТ 6942.1—80 $l = 2 \text{ м } \varnothing 100 \text{ мм}$;
- кран туалетный ГОСТ 9457—83 $\varnothing 15 \text{ мм}$ и т.д. (приложение 9).

Данные по санитарно-техническим приборам, трубам, фасонным частям, арматуре и другим составным элементам водопровода и канализации жилых зданий можно найти в литературных источниках [5].

5.2. Описание узла водопроводной и канализационной сети

В данном разделе необходимо дать развернутую характеристику предлагаемого в здании инженерного узла или участка сети. Для выполнения поставленной задачи необходимо, прежде всего, подобрать литературные источники, провести практическое ознакомление с деталью, узлом или частью сети, предлагаемых в задании. Необходимо ознакомиться также со всей номенклатурой подобных устройств, дать их описание, способы монтажа и применения, изучить и описать принцип работы, особенности и другие необходимые сведения. Деталь или узел вычерчивают в принятом масштабе на свободной площади графического листа. Количество проекций определяется необходимостью полностью раскрыть все особенности данного устройства. Можно посмотреть типовой водомерный узел (прил. 22 мет. рекомендаций). Если на листе формата А1 места недостаточно, разрешается выполнять чертеж на отдельном листе формата А3.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение системе водоснабжения в целом.
2. Дайте определение системе водоснабжения отдельного здания или сооружения.
3. Источники водоснабжения. Классификация.
4. Системы водоснабжения. Классификация.
5. Схемы сетей внутреннего водопровода.
6. Материалы для водопроводной сети.
7. Соединения труб.
8. Арматура, характеристика и назначение.
9. Средства крепления трубопроводов и приборов.
10. Водомерные счетчики. Характерные особенности.
11. Определение свободного напора.
12. Стабилизация напоров в сети.
13. Трассировка водопроводных сетей внутри здания.
14. Назначение и размещение насосных установок.
15. Глубина заложения водопроводных сетей. Защита трубопроводов от коррозии.
16. Характерные особенности устройства водопроводных колодцев.
17. Назначение канализации.
18. Основные элементы систем внутренней канализации.
19. Материалы систем внутренней канализации.
20. Устройство вентиляции канализационных сетей на скатной и плоской эксплуатируемой кровле.
21. Устройство канализационных выпусков и внутриквартальной канализационной сети.
22. Устройство внутренних водостоков.
23. Глубина заложения канализационных труб. Самоочищающая скорость сточных вод.
24. Классификация колодцев на канализационной сети.
25. Назначение колодцев КСЛ, КСП, КСУ.
26. Классификация местных установок и устройств систем внутренней канализации.
27. Решетки. Устройство и назначение.
28. Принцип действия песколовок и грязеотстойников.
29. Принцип действия жируловителей и бензомаслоловителей.
30. Принцип действия теплоловителей.
31. Классификация устройств для очистки сточных вод.
32. Принцип действия полей подземной фильтрации, песчано-гравийных фильтров, фильтрующих колодцев.
33. Вода поверхностных и подземных источников.
34. Зоны санитарной охраны водоисточников.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой СССР. — М. : ЦИТП, 1991. — 71 с.
2. СНиП 2.04.02-85. Водопровод. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. — М. : ЦИТП, 1986. — 136 с.
3. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, П.В. Сафонов. — М. : Стройиздат, 1980. — 359 с.
4. СНиП 2.04.02-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. — М. : ЦИТП, 1985. — 72 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Водопровод и канализация: справочник проектировщика / Ю.Н. Саргин, Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др. / под редакцией И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. — М. : Стройиздат, 1990.
6. Кедров, В.С. Санитарно-техническое оборудование зданий / В.С. Кедров, Е.Н. Ловцов. — М. : Стройиздат, 1989. — 495 с.
7. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. — М.: Стройиздат, 1986. — 351 с.
8. СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» Утвержден Приказом Минрегиона России от 29 декабря 2011 г. №626.
9. СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Утвержден Приказом Минрегиона России от 29 декабря 2011 года №635/14.
10. СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения» Утвержден Приказом Минрегиона России от 29 декабря 2011 г. №635/11.
11. СП 73.13330.2012 «СНиП 3.05.01-85 Внутренние санитарно-технические системы зданий» Утвержден Приказом Минрегиона России от 29 декабря 2011 г. №635/17.
12. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические».
13. Руководство по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения и канализации из полипропиленовых труб. НПО «Стройполимер». М.-2001г

Департамент научно-технологической политики и образования

ФГБОУ ВПО
КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Архитектурно-строительный факультет

кафедра «Технология, организация и экономика строительства»

Пояснительная записка

к курсовой работе по дисциплине

«Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики»:

Проектирование внутреннего водопровода и канализации жилого здания:

« _____ »
»

(указать название объекта строительства с указанием № типового проекта)

КР принята к проверке на кафедре:

№ _____ « _____ » _____ 201__ г.

_____ (подпись ответственного)

КР проверена и передана студенту
для исправления:

« _____ » _____ 201__ г.

Количество ошибок _____

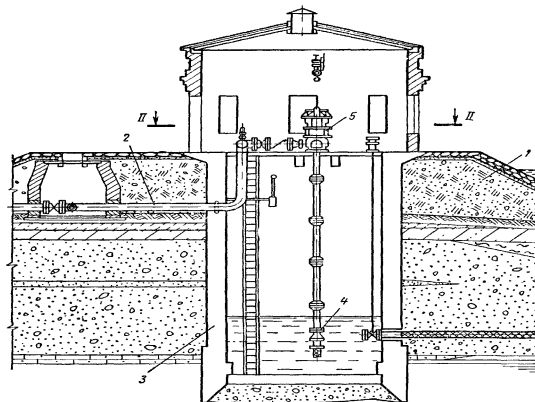
_____ (подпись преподавателя)

Дата и оценка защиты КР:

« _____ » _____ 201__ г.

_____ (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично)

_____ (подписи членов комиссии)



Выполнил(а) студент(ка)
_____ группы _____ курса
архитектурно-строительного фа-
культета:

_____ (Ф.И.О.)

№ зачётной книжки _____

_____ (подпись студента)

Каравеево -201__

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования

ФГБОУ ВПО
КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Факультет заочного обучения
кафедра «Технология, организация и экономика строительства»

Пояснительная записка

к курсовой работе по дисциплине
«Водоснабжение и водоотведение с
основами гидравлики»:

Проектирование внутреннего водопровода и канализации жилого здания:
« _____ »

(указать название объекта строительства с указанием № типового проекта)

КР принята к проверке на кафедре:

№ _____ « _____ » _____ 201__ г.

(подпись ответственного)

КР проверена и передана студенту
для исправления:

« _____ » _____ 201__ г.

Количество ошибок _____

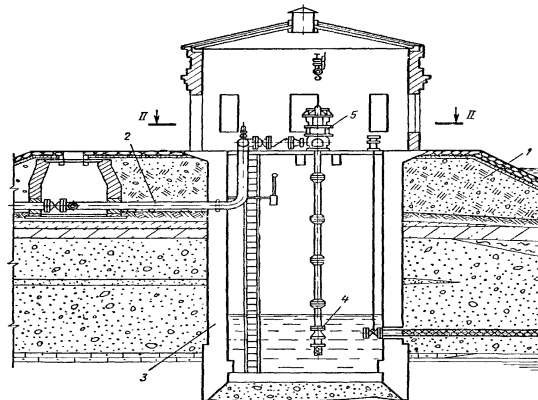
(подпись преподавателя)

Дата и оценка защиты КР:

« _____ » _____ 201__ г.

(неудовлетворительно, удовлет-
ворительно, хорошо, отлично)

(подписи членов комиссии)



Выполнил(а) студент(ка)
_____ группы _____ курса
Факультет заочного обучения:

(Ф.И.О.)

№ зачётной книжки _____

(подпись студента)

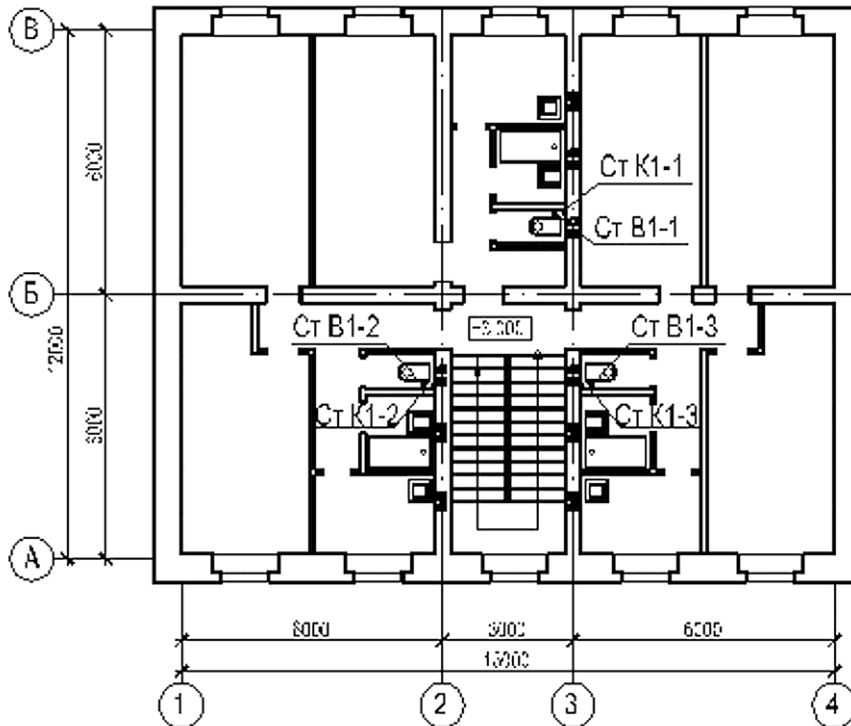
Кострома-201__-Караваяево

ПРИЛОЖЕНИЯ

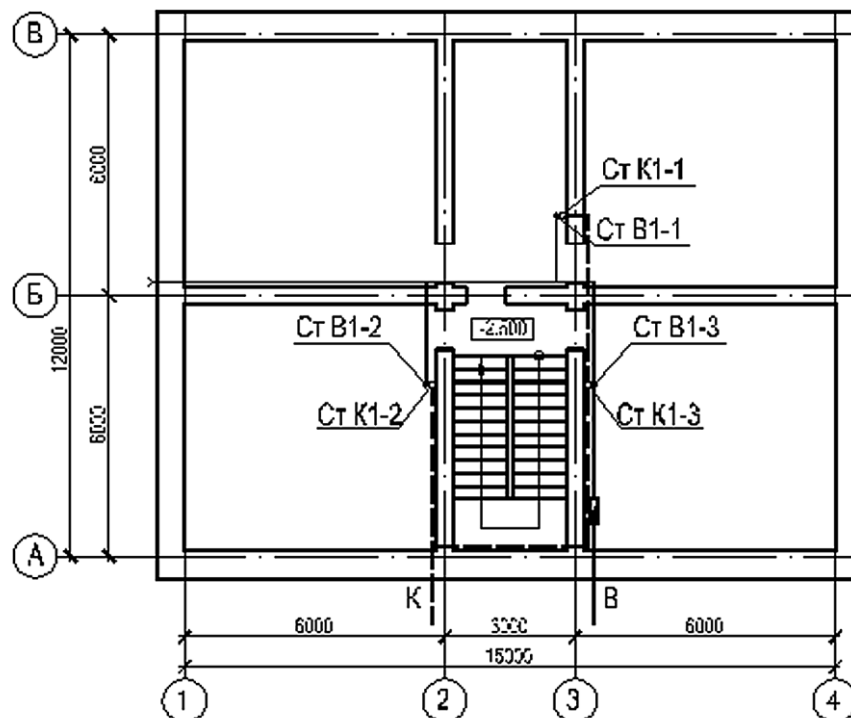
Приложение 1

Пример выполнения планов

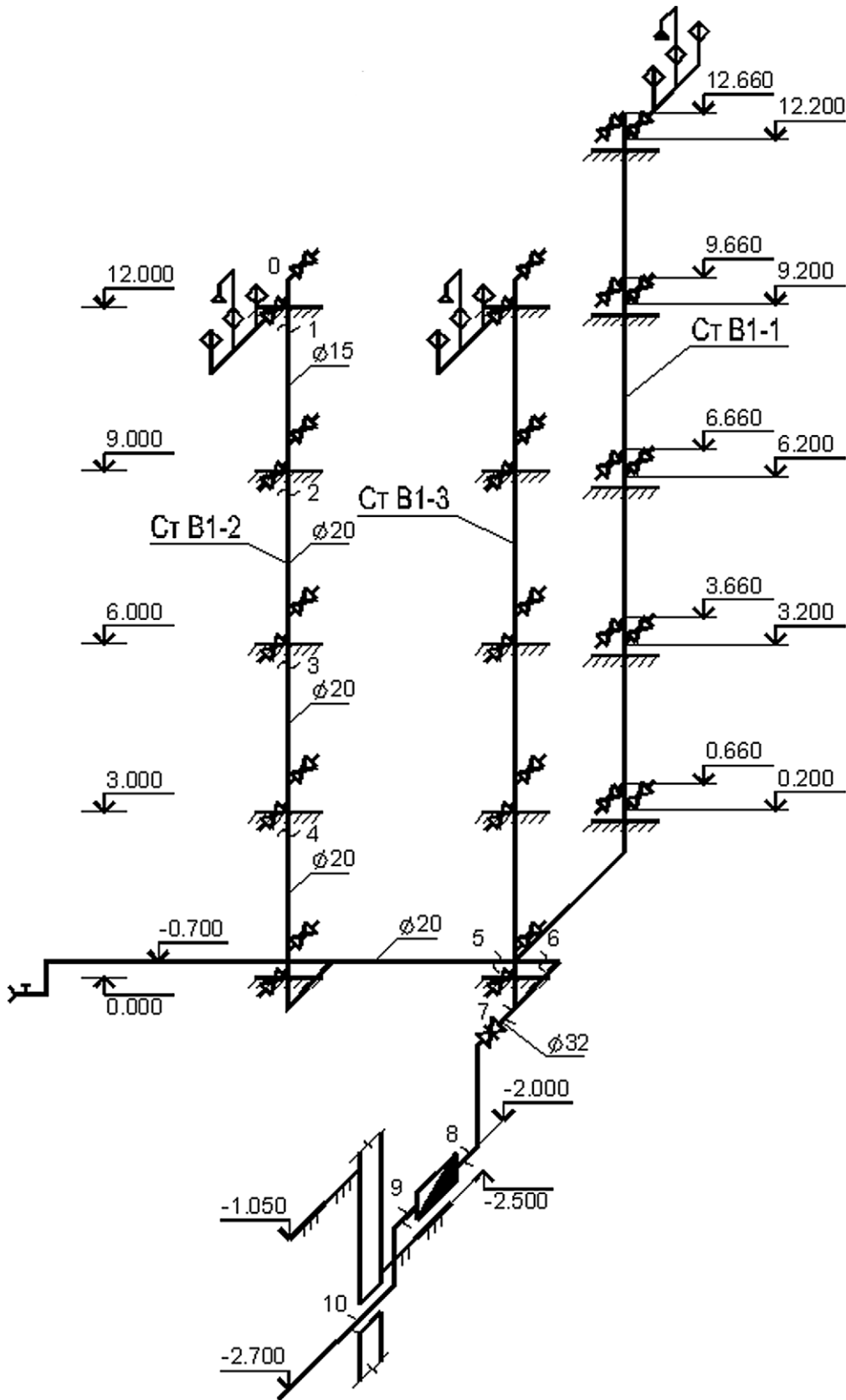
План типового этажа М 1:100



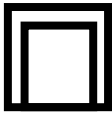
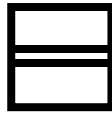
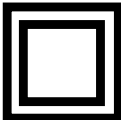
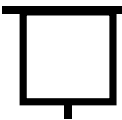
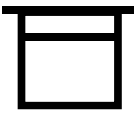



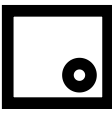
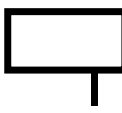








План подвала М 1:100



Аксонметрическая схема водопровода В-1



Графические обозначения элементов систем внутренних
водопровода и канализации по ГОСТ 21.205—93

№	Наименование	Условное обозначение	
		на видах сверху и на планах	на видах спереди или сбоку, на разрезах и схемах
1	Раковина		
2	Мойка		
3	Умывальник		
4	Ванна		
5	Поддон душевой		
6	Бидэ		
7	Унитаз		
8	Писсуар настенный		
9	Трап		

Продолжение приложения 3

Графические обозначения элементов трубопроводов
по ГОСТ 21.205—93

№	Наименование	Обозначение
1	Трубопровод в трубе (футляре)	
2	Трубопровод в сальнике	
3	Сифон (гидрозатвор)	
	Опора (подноска) трубопровода:	
4	а) неподвижная	
5	б) подвижная	
6	Ревизия	

Графические обозначения трубопроводной арматуры
по ГОСТ 21.205—93

№	Наименование	Обозначение
1	Клапан (вентиль) запорный проходной	
2	Кран проходной(спускной)	
3	Кран водоразборный	
4	Кран писсуарный	
5	Кран (клапан) пожарный	
6	Кран поливочный	
	Смеситель:	
7	а) общее обозначение	
8	б) с душевой сеткой	
9	Водомерный узел	

Буквенно-цифровые обозначения систем и сетей

Применяются следующие обозначения, обязательные для систем водоснабжения и канализации, буквенное обозначение определяет назначение трубопровода:

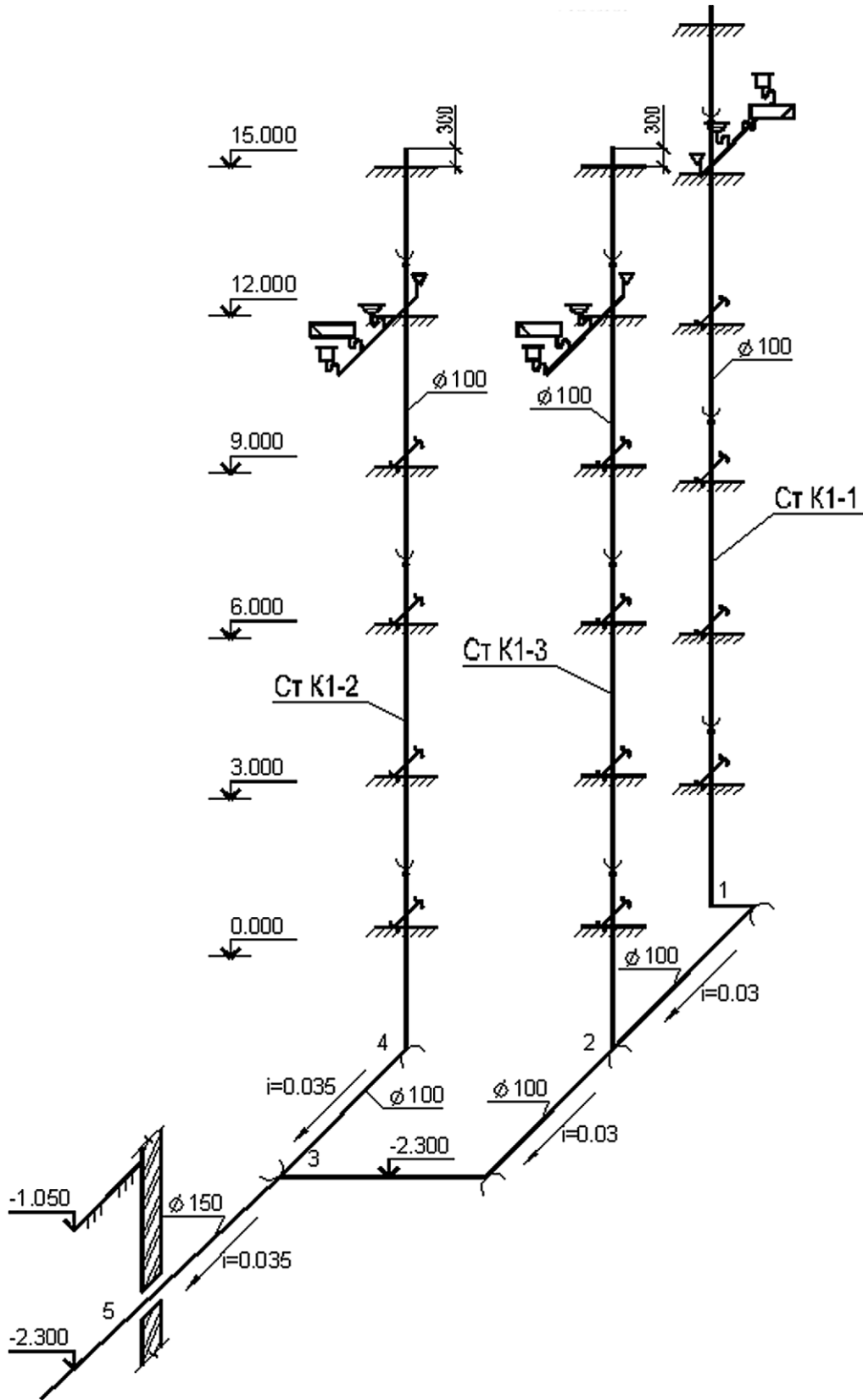
- *водопровод:*
 - общее назначение — В0;
 - хозяйственно-питьевой — В1;
 - противопожарный — В2;
 - производственный — В3;
- *канализация:*
 - общее назначение — К0;
 - бытовая — К1;
 - дождевая — К2;
 - производственная — К3.

Установкам систем дается обозначение, состоящее из номера установки в пределах системы и обозначения самой системы. Например, водомерный узел — 1В1, водогрейная колонка — 2В1 и т.д.

В наименованиях вводов водопровода и выпусков канализации указывают обозначения системы и номер ввода или выпуска в пределах этой системы. Например, ввод В1-1 или выпуск К1-1, К1-2.

Стойки обозначаются так же, но впереди добавляются буквы Ст. Например, Ст В1-3, Ст В1-10 или Ст К1-5, Ст К1-7 и т.д. Буквенное обозначение определяет назначение трубопровода, вторая цифра обозначает номер стояка по плану. Обозначение стояков начинают с левого верхнего узла плана типового этажа по направлению слева направо по порядку расположения и присоединения к основной магистрали на плане подвала.

АксонOMETрическая схема канализации К-1



Приложение 5

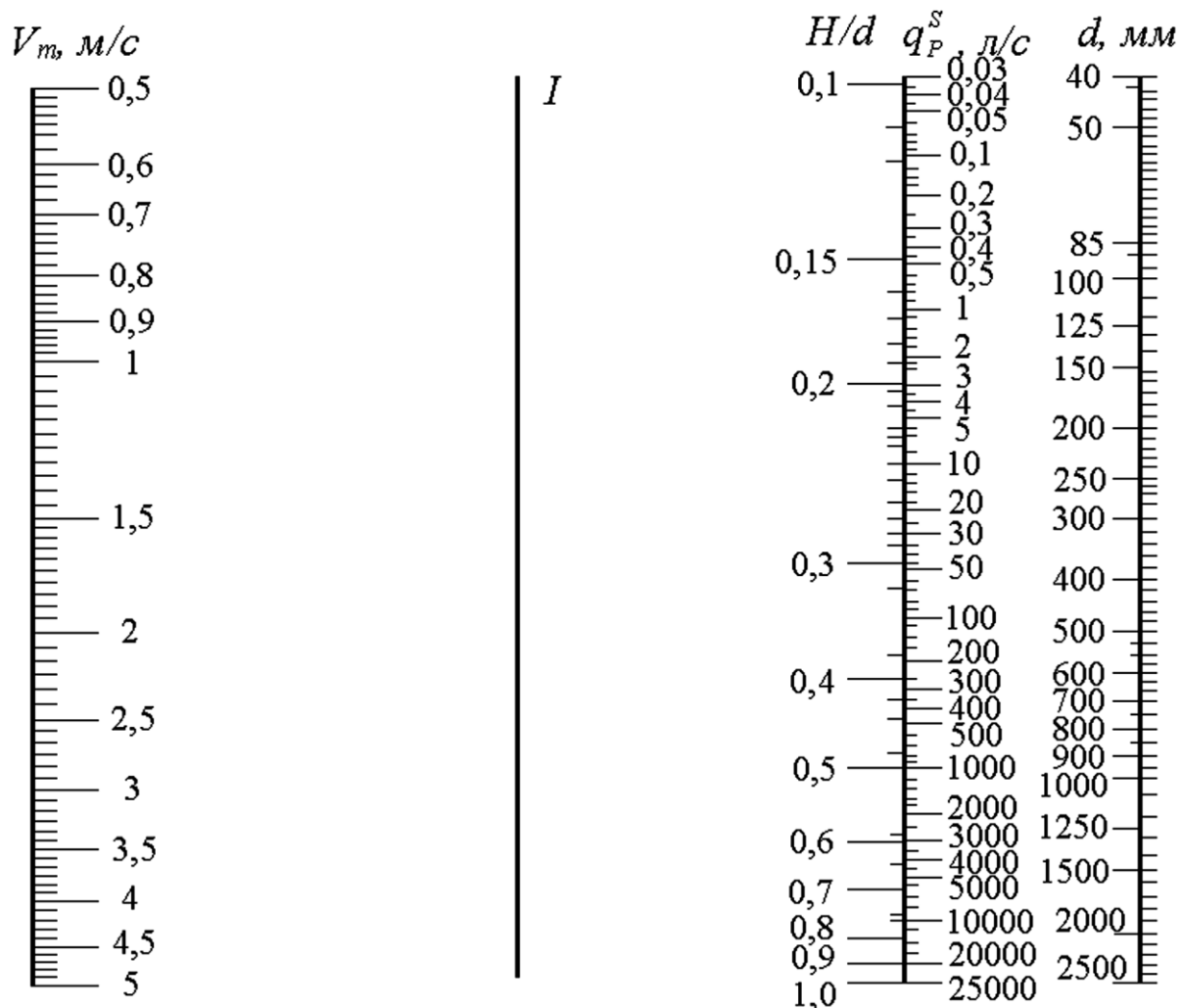
Данные для гидравлического расчета стальных труб (ГОСТ 3262—75) внутренней водопроводной сети

Расход, л/с	Скорость V , м/с, и потери напора на единицу длины $1000i$ при условном проходе труб, мм																	
	15		20		25		32		40		50		70		80		100	
	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$	V	$1000i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,08	0,47	66,9	0,25	14,2														
0,10	0,59	100,2	0,31	21,1														
0,12	0,71	139,9	0,37	29,2	0,22	8,44												
0,20	1,18	360,5	0,62	73,5	0,37	20,9	0,21	5,21										
0,30	1,77	807	0,94	154,9	0,56	43,4	0,31	10,5	0,24	5,39								
0,40	2,36	1435	1,25	265,6	0,75	73,5	0,42	17,5	0,32	8,98								
0,50	2,95	2242	1,56	414,9	0,93	110,9	0,52	26,2	0,4	13,4	0,24	3,75						
0,60			1,87	597,5	1,12	155,8	0,63	36,5	0,48	18,4	0,28	5,18						
0,70			2,18	813,3	1,31	209,6	0,73	48,4	0,56	24,6	0,33	6,81	0,2	2,07				
0,80			2,5	1062	1,5	273,8	0,84	61,9	0,64	31,3	0,38	8,64	0,23	2,62				
0,90			2,81	1344	1,68	346,5	0,94	77,7	0,72	38,9	0,42	10,7	0,26	3,23				
1,00					1,87	427,8	1,05	93,6	0,8	47,2	0,47	12,9	0,29	3,89	0,2	1,64		
1,20					2,24	616	1,25	132	0,95	66,1	0,57	18	0,35	5,38	0,24	2,26		
1,40					2,62	838,5	1,46	179,7	1,11	88,2	0,66	23,8	0,4	7,09	0,28	2,97		
1,60					2,99	1095	1,67	234,7	1,27	113,7	0,75	30,4	0,46	9,01	0,32	3,77		
1,80							1,88	297,1	1,43	143,9	0,85	37,8	0,52	11,2	0,36	4,65		
2,00							2,09	366,8	1,59	177,7	0,94	45,9	0,58	13,5	0,4	5,61	0,24	1,52
2,60							2,72	619,9	2,07	300,2	1,22	74,9	0,75	21,8	0,52	9,01	0,31	2,42

Продолжение приложения 5

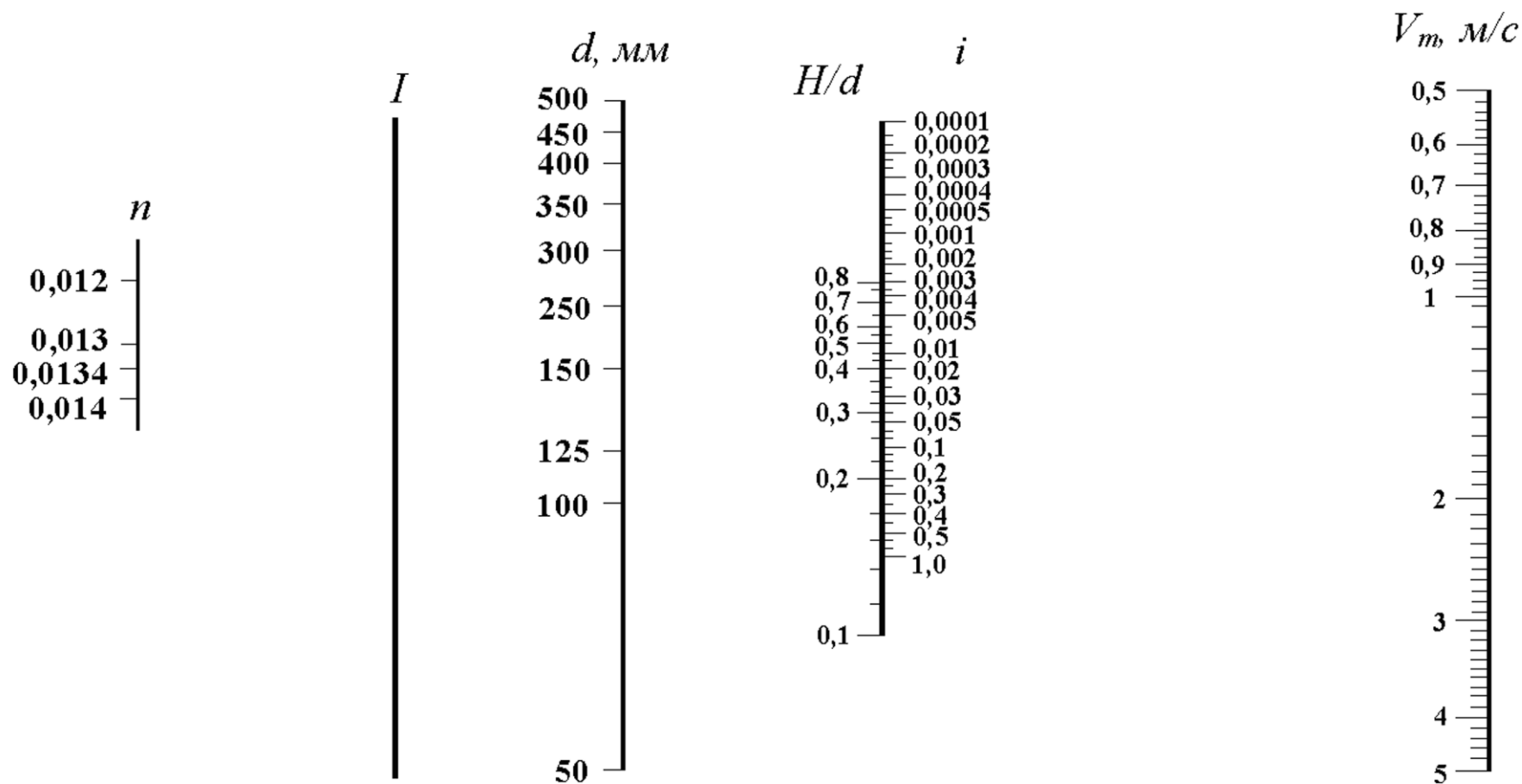
51	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3,00									2,39	399,7	1,41	99,7	0,86	28,4	0,6	11,7	0,35	3,13
3,60									2,86	575,5	1,7	143,6	1,04	39,9	0,73	16,3	0,42	4,34
4,00											1,88	177,3	1,15	48,5	0,81	19,8	0,47	5,25
4,60											2,17	234,4	1,32	63,7	0,93	25,6	0,54	6,76
5,00											2,35	277	1,44	75,2	1,01	29,9	0,52	7,86
5,60											2,64	347,4	1,61	94,3	1,13	37,0	0,65	9,67
6,00											2,83	398,8	1,73	108,3	1,21	42,0	0,71	11,0
7,00													2,02	147,4	1,41	57,2	0,82	14,6
8,00													2,3	192,6	1,61	74,7	0,92	18,7
9,00													2,59	234,7	1,81	94,5	1,06	23,2
10,0													2,88	300,9	2,01	116,7	1,18	28,3

Номограмма для подбора наполнения h/d и скорости V , обеспечивающих выполнение условия $V \sqrt{h/d} \geq 0,6$



Правила пользования номограммой: значения q_p^s и d соединяют линейкой и определяют на шкале I точку, вращая на которой линейку, подбирают значение H/d в пределах 0,3-0,5 и значение $V_m \geq 0,7 \text{ м/с}$, необходимые для выполнения неравенства: $V_m \sqrt{H/d} \geq 0,6$.

Номограмма для определения уклона i по известным значениям n , d , h/d , V

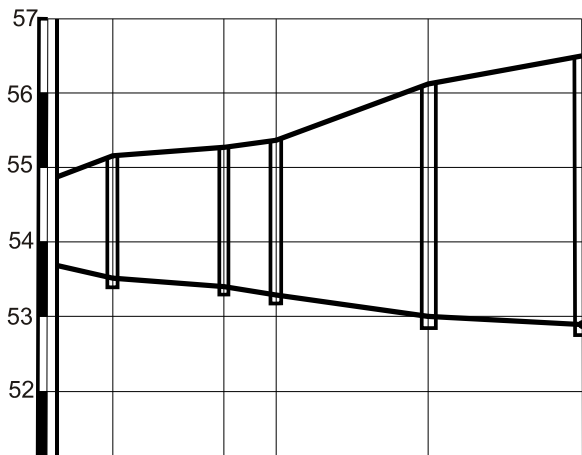


Правила пользования номограммой: необходимо соединить точки на шкалах n и d , получить точку на шкале I и, соединив ее со значением V_m , найти минимальный уклон i .

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ СЕТИ

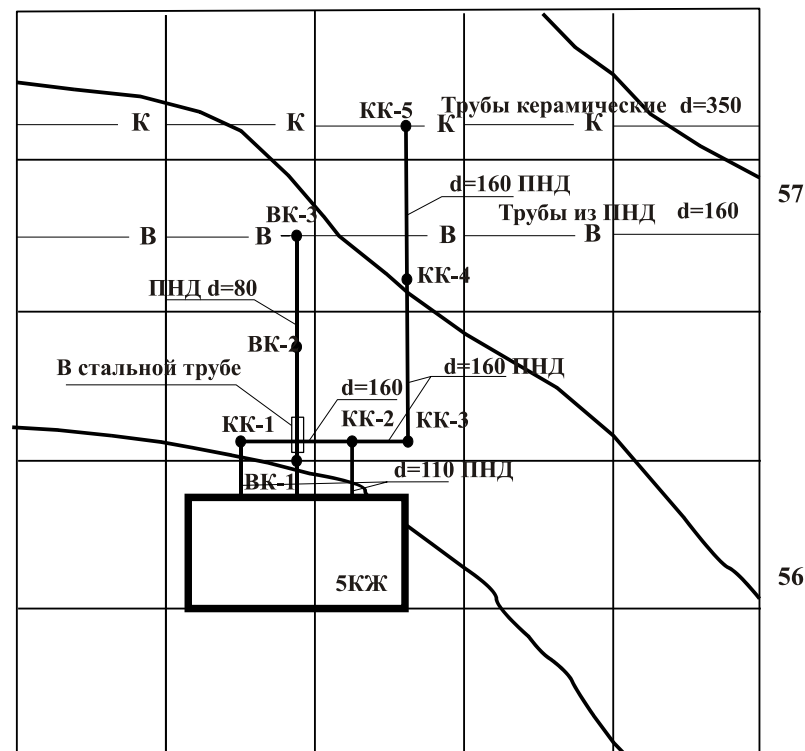
ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ
МАСШТАБ 1:1000

ВЕРТИКАЛЬНЫЙ
МАСШТАБ 1:100



Материал труб и тип изоляции	Двухслойные раструбные трубы из ПНД ● 110 ● 160 ● 160 ● 160 ● 160					
Основание	искусственное(щебень втрамбованные в грунт h=0.3м,песчаная подготовка h=0.1м)					
Длина	Уклон	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Отметки поверхности земли,м		7,5	15,0	7,0	20,4	20,4
Отметки лотка трубы,м		54,9	55,2	55,3	55,4	56,1
Расстояние между колодцами,м		53,7	53,5	53,4	53,3	52,9
№ колодцев и их направление		КК-1	КК-2	КК-3	КК-4	КК-5

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН М 1:1000



Сводная спецификация систем водопровода и канализации

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
Водопровод хозяйственно-питьевой					
1	15Б1бк	<i>Вентиль запорный</i> муфтовый ГОСТ 9086—74*Ø 20	20	0,47	
...
3		Трубы стальные водогазопроводные ГОСТ 3262—75* Ø 20-	15	1,66	м
...
Канализация бытовая					
10		Умывальник керамический ГОСТ 23759—85	20		
...
18		Трубопровод из чугуновых канализационных труб ГОСТ 6942.3—80 Ø 50	50	5,9	м
...

Примечание. Ширина колонок: 20, 60, 60, 10, 15, 20 мм; высота шапки 15 мм; высота графы 8 мм.

В каждой системе все ее элементы заносятся по группам в следующем порядке: оборудование, приборы, арматура (по каждому диаметру), трубопроводы (по каждому диаметру) и материалы. Оборудование, приборы и арматура принимаются в штуках и комплектах, трубопроводы в метрах, материалы покрытий в м², остальное в килограммах.

МАКСИМАЛЬНАЯ ГЛУБИНА ЗАЛОЖЕНИЯ В ГРУНТ ПЛАСТМАСОВЫХ ТРУБ $D_H < 630$ мм ДЛЯ БЕЗНАПОРНЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ.

Серия 4.900-9 выпуск 0-1

Материал труб	Наружный диаметр, мм	Тип	Максимальная глубина заложения, м			Тип основания и требования к грунту обратной засыпки
			В песках, $\gamma=1,6$ т/м ³	В суглинках, $\gamma=1,7$ т/м ³	В глинах, $\gamma=2,0$ т/м ³	
ПВХ	160	сл	До 8м	До 8м	До 8м	Тип основания 1 Требования к грунту обратной засыпки не предъявляются
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПВХ	180	сл	До 8м	До 8м	До 8м	То же
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПВХ	200	сл	До 8м	До 8м	До 1,5м	Тип основания 1 в глинах трубы укладывать при условии повышенного уплотнения грунта ($K_{упл} \geq 0,95$)
		с	До 8м	До 8м	До 8 м	
ПВХ	225	сл	До 8м	До 8м	До 1,5м	то же
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПВХ	250	сл	До 8м	До 8м	До 1,5м	То же
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПВХ	315	сл	До 8м	До 8м	До 1,5м	Тип основания 1. Требования к грунту обратной засыпки не предъявляются
*	*	*	*	*	*	*
ПВД	160	сл	До 8м	До 8м	До 8м	То же
*	*	*	*	*	*	*

ПНД	160	сл	До 8м	До 8м	----	Тип основания 1 Укладывать при условии нормального уплотнения грунта($K_{упл} \geq 0,85$)
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПНД	180	сл	До 8м	До 2,5	----	То же
		с	До 8м	До 8	До 8м	
ПНД	200	сл	До 8м	До 2,5	----	То же
		с	До 8м	До 8	До 8м	
ПНД	225	сл	До 8м	До 3,5м	----	То же
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПНД	250	сл	До 8м	До 4м	----	Тип основания 1 в суглинках, супесях и глинах укладывать при условии нормального уплотнения грунта($K_{упл} \geq 0,85$)
		с	До 8м	До 8м	До 5м	
ПНД	280	сл	До 8м	До 4,5м	----	Тип основания 1 в суглинках и супесях укладывать при условии нормального уплотнения грунта($K_{упл} \geq 0,85$)
		с	До 8м	----	До 1,5м	
ПНД	315	сл	До 8м	До 4,5м	----	Тип основания 1 в суглинках и супесях и глинах укладывать при условии нормального уплотнения грунта($K_{упл} \geq 0,85$)
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПНД	355	сл	До 6м	До 6м	До 5м	Тип основания 2. В песках укладывать при условии нормального уплотнения ($K_{упл} \geq 0,85$). В суглинках, супесях и глинах- при условии повышенного уплотнения грунта ($K_{упл} \geq 0,95$)
		с	До 8м	До 8м	До 8м	

ПНД	400	сл	До 6м	До 6м	До 5м	Тип основания 1, в глинах укладывать при условии нормального уплотнения грунта(Купл \geq 0,85)
		с	До 8м	До 8м	До 8м	
ПНД	450	Сл	До 6 м	До 6 м	До 4 м	То же
ПНД	500	Сл	До 6 м	До 6 м	До 3 м	То же
ПНД	560	Сл	До 6 м	До 6 м	До 2,2м	То же
ПНД	630	сл	До 6 м	До 6 м	----	То же
ПП	160	С	До 8м	До 8м	До 8м	Тип основания 1.В суглинках и супесях укладывать при условии повышенного уплотнения грунта (Купл \geq 0,95)
ПП	180	С	До 8м	До 8м	До 8м	То же
ПП	200	С	До 8м	До 8м	До 8м	То же
ПП	225	С	До 8м	До 4м	До 8м	То же
ПП	250	С	До 8м	До 4м	До 8м	То же
ПП	280	С	До 8м	До 8м	До 8м	То же

ДИАМЕТР ФУТЛЯРОВ ДЛЯ ВВОДОВ.

(Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений)

Материал трубы ввода	Диаметр в мм	
	ввода	футляра
Стальные	25	219
	40	245
	50	273
	75	299
	100	325
Чугун	50	273
	75	299
	100	325
	125	351
	150	377

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРЕПЛЕНИЯМИ

Диаметр трубы DN,мм	Горизонтальный участок,м	Вертикальный участок,м
40	0,5	1,2
50	0,5	1,5
75	0,8	2
110	1,1	2
125	1,25	2
160	1,6	2

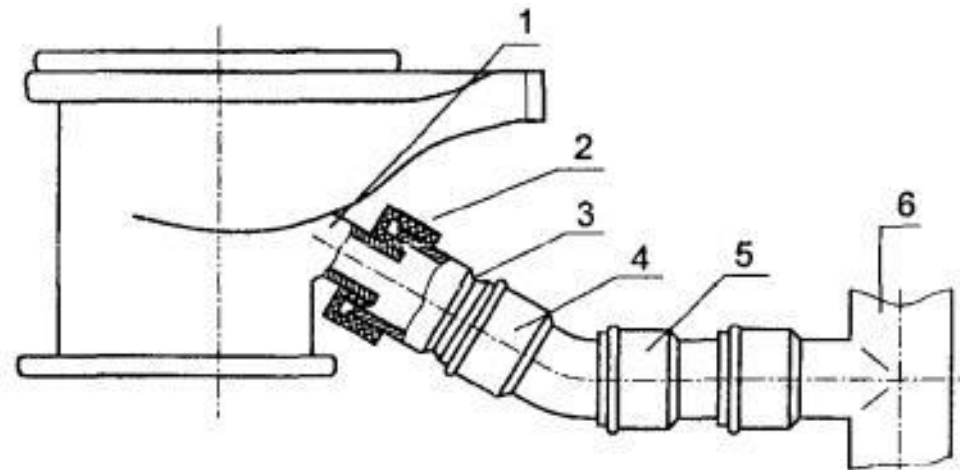
Расстояния между скользящими опорами на горизонтальном трубопроводе из PP-R (размеры в мм)

Наружный диаметр трубопровода	Трубопровод холодной воды	Трубопровод горячей воды
16	500	500
20	600	550
25	750	650
32	900	750
40	1050	850
50	1200	1000
63	1400	1150
75	1500	1250
90	1600	1400
110	1700	1500

Пропускная способность неветилируемых канализационных стояков из труб ПП

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения позтажного отвода к стояку, град	Пропускная способность, л/с, неветилируемого стояка из ПП труб, мм, при наружном диаметре позтажных отводов, мм				
		50		110		
		40	50	40	50	110
1	45	1,6	1,8	8,8	9,5	10,6
	87,5	1,44	1,65	8,0	8,4	9,5
2	45	0,96	1,12	5,4	5,8	6,8
	87,5	0,88	0,97	4,7	4,95	5,9
3	45	0,72	0,8	3,8	4,0	5,0
	87,5	0,58	0,65	3,2	3,3	4,1
4	45	0,5	0,6	2,8	3,0	3,7
	87,5	0,42	0,48	2,3	2,4	3,0
5	45	0,5	0,6	2,1	2,25	3,0
	87,5	0,42	0,48	1,77	1,85	2,4
6	45	0,5	0,6	1,77	1,85	2,35
	87,5	0,42	0,48	1,42	1,5	1,8
7	45	0,5	0,6	1,42	1,55	2,0
	87,5	0,42	0,48	1,07	1,2	1,6
8	45	0,5	0,6	1,2	1,3	1,7
	87,5	0,42	0,48	0,96	1,0	1,4
9	45	0,5	0,6	1,04	1,1	1,15
	87,5	0,42	0,48	0,8	0,85	1,15

Узел соединения выпуска унитаза с трубопроводом из ПП диаметром 110 мм при помощи приборного патрубка с гладким раструбом и резиновой манжеты:



1 - выпуск унитаза; 2 - резиновая манжета; 3 - приборный патрубок; 4 - отвод 110 - 30°; 5 - патрубок из ПП диаметром 110 мм с раструбом под резиновое кольцо; 6 - двухплоскостная крестовина 110×100×50 мм.

Допустимое рабочее давление при транспортировании воды в зависимости от температуры и срока службы (по данным DIN8077A1 и НИИМосстрой).

температура, °С	срок службы, (лет)	рабочее давление, МПа	
		тип трубы	
		PN10	PN20
20	10	1,35	2,71
	25	1,32	2,64
	50	1,29	2,59
30	10	1,17	2,35
	25	1,13	2,27
	50	1,11	2,21
40	10	1,04	2,03
	25	0,97	1,95
	50	0,92	1,84
50	10	0,87	1,73
	25	0,80	1,60
	50	0,73	1,47
60	10	0,72	1,44
	25	0,61	1,23
	50	0,55	1,09
70	5	0,60	1,20
	10	0,53	1,07
	25	0,45	0,91
	50	0,43	0,85
75	5	0,53	1,07
	10	0,46	0,93
	25	0,37	0,75
80	5	0,43	0,87
	10	0,39	0,79
	15	0,37	0,73
85	5	0,39	0,79
	10	0,29	0,61
90	5	0,33	0,66
95	5	-	0,54

Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов водопровода из PP-R, PN10

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2
			20	1,90	v, м/с	0,5339	0,5825	0,6310	0,6796	0,7281	0,7766	0,8252
		1000i, мм/м	34,1279	39,7686	45,7961	52,2064	58,9955	66,1599	73,6966	81,6025	89,8750	98,5117
25	2,30	v, м/с	0,3367	0,3673	0,3979	0,4285	0,4592	0,4898	0,5204	0,5510	0,5816	0,6122
		1000i, мм/м	11,2694	13,1089	15,0716	17,1561	19,3610	21,6851	24,1274	26,6867	29,3623	32,1531
32	3,00	v, м/с	0,2073	0,2261	0,2450	0,2638	0,2827	0,3015	0,3204	0,3392	0,3580	0,3769
		1000i, мм/м	3,5406	4,1107	4,7180	5,3621	6,0425	6,7589	7,5107	8,2978	9,1199	9,9765

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
			20	1,90	v, м/с	1,2135	1,4562	1,6989	1,9416	2,1843	2,4270	2,6698
		1000i, мм/м	147,0813	204,4629	270,4746	344,9726	427,8391	518,9752	618,2960	725,7279	841,2059	-
25	2,30	v, м/с	0,7653	0,9183	1,0714	1,2244	1,3775	1,5305	1,6836	1,8366	1,9897	2,1427
		1000i, мм/м	47,8105	66,2485	87,4037	111,2255	137,6726	166,7102	198,3085	232,4416	269,0865	308,2228
32	3,00	v, м/с	0,4711	0,5653	0,6596	0,7538	0,8480	0,9422	1,0364	1,1307	1,2249	1,3191
		1000i, мм/м	14,7703	20,3961	26,8328	34,0639	42,0756	50,8564	60,3965	70,6873	81,7212	93,4913
40	3,70	v, м/с	0,2997	0,3596	0,4195	0,4795	0,5394	0,5993	0,6593	0,7192	0,7791	0,8391
		1000i, мм/м	4,9733	6,8452	8,9814	11,3758	14,0237	16,9209	20,0641	23,4500	27,0760	30,9397
50	4,60	v, м/с	0,1913	0,2296	0,2678	0,3061	0,3444	0,3826	0,4209	0,4592	0,4974	0,5357
		1000i, мм/м	1,7004	2,3327	3,0524	3,8573	4,7457	5,7162	6,7675	7,8985	9,1082	10,3959

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2
			25	2,30	v, м/с	2,2958	2,4488	2,6019	2,7549	2,9080	3,0610	-
		1000i, мм/м	349,8322	393,8979	440,4049	489,3392	540,6879	594,4392	-	-	-	-
32	3,00	v, м/с	1,4133	1,5076	1,6018	1,6960	1,7902	1,8844	2,0729	2,2613	2,4498	2,6382
		1000i, мм/м	105,9917	119,2167	133,1614	147,8211	163,1915	179,2686	213,5286	250,5745	290,3826	332,9318
40	3,70	v, м/с	0,8990	0,9589	1,0189	1,0788	1,1387	1,1987	1,3185	1,4384	1,5583	1,6781
		1000i, мм/м	35,0390	39,3718	43,9363	48,7310	53,7543	59,0047	70,1820	82,2532	95,2100	109,0449
50	4,60	v, м/с	0,5739	0,6122	0,6505	0,6887	0,7270	0,7653	0,8418	0,9183	0,9948	1,0714
		1000i, мм/м	11,7606	13,2017	14,7186	16,3107	17,9773	19,7181	23,4202	27,4136	31,6950	36,2620
63	5,80	v, м/с	0,3616	0,3857	0,4098	0,4340	0,4581	0,4822	0,5304	0,5786	0,6268	0,6750
		1000i, мм/м	3,8465	4,3134	4,8044	5,3193	5,8579	6,4200	7,6142	8,9006	10,2784	11,7464

Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов водопровода из PP-R, PN10

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
			32	3,00	v, м/с	2,8267	3,0151	-	-	-	-	-
		1000i, мм/м	378,2033	426,1799	-	-	-	-	-	-	-	-
40	3,70	v, м/с	1,7980	1,9179	2,0377	2,1576	2,2774	2,3973	2,5172	2,6370	2,7569	2,8768
		1000i, мм/м	123,7511	139,3224	155,7533	173,0386	191,1735	210,1536	229,9749	250,6335	272,1258	294,4484
50	4,60	v, м/с	1,1479	1,2244	1,3009	1,3775	1,4540	1,5305	1,6070	1,6836	1,7601	1,8366
		1000i, мм/м	41,1121	46,2430	51,6528	57,3395	63,3016	69,5374	76,0454	82,8242	89,8726	97,1894
63	5,80	v, м/с	0,7233	0,7715	0,8197	0,8679	0,9161	0,9643	1,0126	1,0608	1,1090	1,1572
		1000i, мм/м	13,3039	14,9502	16,6844	18,5061	20,4145	22,4091	24,4895	26,6551	28,9055	31,2402
75	6,90	v, м/с	0,5102	0,5442	0,5782	0,6122	0,6462	0,6802	0,7142	0,7483	0,7823	0,8163
		1000i, мм/м	5,6946	6,3946	7,1316	7,9053	8,7154	9,5616	10,4438	11,3617	12,3151	13,3038
90	8,20	v, м/с	0,3527	0,3763	0,3998	0,4233	0,4468	0,4703	0,4938	0,5174	0,5409	0,5644
		1000i, мм/м	2,3302	2,6147	2,9140	3,2280	3,5565	3,8995	4,2569	4,6286	5,0145	5,4145

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4
			40	3,70	v, м/с	2,9966	3,1165	-	-	-	-	-
		1000i, мм/м	317,5982	341,5722	-	-	-	-	-	-	-	
50	4,60	v, м/с	1,9132	1,9897	2,0662	2,1427	2,2193	2,2958	2,3723	2,4488	2,5254	2,6019
		1000i, мм/м	104,7734	112,6235	120,7387	129,1180	137,7605	146,6653	155,8315	165,2585	174,9453	184,8913
63	5,80	v, м/с	1,2054	1,2537	1,3019	1,3501	1,3983	1,4465	1,4947	1,5430	1,5912	1,6394
		1000i, мм/м	33,6590	36,1613	38,7469	41,4153	44,1664	46,9997	49,9150	52,9120	55,9904	59,1500
75	6,90	v, м/с	0,8503	0,8843	0,9183	0,9523	0,9863	1,0203	1,0544	1,0884	1,1224	1,1564
		1000i, мм/м	14,3277	15,3866	16,4802	17,6086	18,7714	19,9686	21,2001	22,4657	23,7653	25,0983
90	8,20	v, м/с	0,5879	0,6114	0,6349	0,6585	0,6820	0,7055	0,7290	0,7525	0,7760	0,7996
		1000i, мм/м	5,8285	6,2565	6,6984	7,1542	7,6237	8,1069	8,6038	9,1143	9,6383	10,1759

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4
			50	4,60	v, м/с	2,6784	2,7549	2,8315	2,9080	2,9845	3,0610	3,1376
		1000i, мм/м	195,0958	205,5580	216,2773	227,2531	238,4848	249,9717	261,7134	-	-	-
63	5,80	v, м/с	1,6876	1,7358	1,7840	1,8323	1,8805	1,9287	1,9769	2,0251	2,0733	2,1216
		1000i, мм/м	62,3905	65,7117	69,1133	72,5952	76,1571	79,7938	83,5202	87,3210	91,2010	95,1601
75	6,90	v, м/с	1,1904	1,2244	1,2584	1,2924	1,3265	1,3605	1,3945	1,4285	1,4625	1,4965
		1000i, мм/м	25,4661	27,8670	29,3015	30,7595	32,2708	33,8055	35,3733	36,9742	38,6032	40,2750
90	8,20	v, м/с	0,8231	0,8466	0,8701	0,8936	0,9171	0,9407	0,9642	0,9877	1,0112	1,0347
		1000i, мм/м	10,7268	11,2912	11,8690	12,4501	13,0645	13,6821	14,3129	14,9569	15,6140	16,2842

Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов водопровода из PP-R, PN20

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/ с	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2
			16	2,70	v, м/с	1,2471	1,3605	1,4739	1,5873	1,7006	1,8140	1,9274
		1000i, мм/м	267,5406	312,7521	361,1955	412,8415	467,6638	525,6385	586,7440	650,9604	718,2694	788,6540
20	3,40	v, м/с	0,8042	0,8773	0,9504	1,0236	1,0967	1,1698	1,2429	1,3160	1,3891	1,4622
		1000i, мм/м	91,9226	107,2812	123,7149	141,2128	159,7651	179,3630	199,9985	221,6643	244,3535	268,0599
25	4,20	v, м/с	0,5085	0,5547	0,6010	0,6472	0,6934	0,7397	0,7859	0,8321	0,8784	0,9246
		1000i, мм/м	30,3415	35,3498	40,7008	46,3906	52,4160	58,7737	65,4610	72,4752	79,8139	87,4749
32	5,40	v, м/с	0,3118	0,3401	0,3685	0,3968	0,4252	0,4535	0,4818	0,5102	0,5385	0,5669
		1000i, мм/м	9,3740	10,9008	12,5295	14,2589	16,0878	18,0152	20,0403	22,1621	24,3798	26,6928
40	6,70	v, м/с	0,1980	0,2160	0,2341	0,2521	0,2701	0,2881	0,3061	0,3241	0,3421	0,3601
		1000i, мм/м	3,1766	3,6874	4,2315	4,8085	5,4179	6,0594	6,7327	7,4374	8,1734	8,9402

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/ с	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
			16	2,70	v, м/с	2,8344	-	-	-	-	-	-
		1000i, мм/м	1186,1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3,40	v, м/с	1,8278	2,1933	2,5589	2,9244	-	-	-	-	-	-
		1000i, мм/м	401,6571	559,9455	742,4654	948,8538	-	-	-	-	-	-
25	4,20	v, м/с	1,1557	1,3869	1,6180	1,8492	2,0803	2,3114	2,5426	2,7737	3,0049	-
		1000i, мм/м	130,5470	181,4163	239,9199	305,9291	379,3385	460,0593	548,0158	643,1418	745,3791	-
32	5,40	v, м/с	0,7086	0,8503	0,9920	1,1338	1,2755	1,4172	1,5589	1,7006	1,8423	1,9841
		1000i, мм/м	39,6639	54,9305	72,4390	92,1471	114,0202	138,0290	164,1485	192,3569	222,6350	254,9657
40	6,70	v, м/с	0,4501	0,5401	0,6301	0,7202	0,8102	0,9002	0,9902	1,0802	1,1703	1,2603
		1000i, мм/м	13,2306	18,2640	24,0215	30,4880	37,6512	45,5008	54,0278	63,2246	73,0843	83,6007
50	8,40	v, м/с	0,2889	0,3467	0,4045	0,4623	0,5201	0,5779	0,6356	0,6934	0,7512	0,8090
		1000i, мм/м	4,5568	6,2702	8,2251	10,4160	12,8385	15,4887	18,3635	21,4600	24,7757	28,3085
63	10,50	v, м/с	0,1805	0,2166	0,2528	0,2889	0,3250	0,3611	0,3972	0,4333	0,4694	0,5055
		1000i, мм/м	1,4809	20,307	2,6563	3,3558	4,1276	4,9706	5,8836	6,856	7,9158	9,0335

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/ с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,1	1,2	1,3	1,4
			32	5,40	v, м/с	2,1258	2,2675	2,4092	2,5509	2,6927	2,8344	3,1178
		1000i, мм/м	289,3334	325,7243	364,1255	404,5254	446,9131	491,2787	585,9069	-	-	-
40	6,70	v, м/с	1,3503	1,4403	1,5303	1,6204	1,7104	1,8004	1,9804	2,1605	2,3405	2,5205
		1000i, мм/м	94,7684	106,5824	119,0382	132,1315	145,8586	160,2158	190,8076	223,8829	259,4203	297,4009
50	8,40	v, м/с	0,8668	0,9246	0,9824	1,0402	1,0979	1,1557	1,2713	1,3869	1,5024	1,6180
		1000i, мм/м	32,0564	36,0175	40,1902	44,5729	49,1643	53,9631	64,1779	75,2087	87,0477	99,6879
63	10,50	v, м/с	0,5416	0,5777	0,6138	0,6499	0,6860	0,7222	0,7944	0,8666	0,9388	1,0110
		1000i, мм/м	10,2180	11,4686	12,7848	14,1661	15,6119	17,1220	20,3329	23,7959	27,5082	31,4676
75	12,50	v, м/с	0,3822	0,4076	0,4331	0,4586	0,4841	0,5096	0,5605	0,6115	0,6624	0,7134
		1000i, мм/м	4,3951	4,9291	5,4908	6,0799	6,6962	7,3395	8,7062	10,1788	11,7561	13,4370

Таблицы для гидравлического расчета трубопроводов водопровода из PP-R, PN20

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,1	1,2	1,3	1,4
			32	5,40	v, м/с	2,1258	2,2675	2,4092	2,5509	2,6927	2,8344	3,1178
		1000i, мм/м	289,3334	325,7243	364,1255	404,5254	446,9131	491,2787	585,9069	-	-	-
40	6,70	v, м/с	1,3503	1,4403	1,5303	1,6204	1,7104	1,8004	1,9804	2,1605	2,3405	2,5205
		1000i, мм/м	94,7684	106,5824	119,0382	132,1315	145,8586	160,2158	190,8076	223,8829	259,4203	297,4009
50	8,40	v, м/с	0,8668	0,9246	0,9824	1,0402	1,0979	1,1557	1,2713	1,3869	1,5024	1,6180
		1000i, мм/м	32,0564	36,0175	40,1902	44,5729	49,1643	53,9631	64,1779	75,2087	87,0477	99,6879
63	10,50	v, м/с	0,5416	0,5777	0,6138	0,6499	0,6860	0,7222	0,7944	0,8666	0,9388	1,0110
		1000i, мм/м	10,2180	11,4686	12,7848	14,1661	15,6119	17,1220	20,3329	23,7959	27,5082	31,4676
75	12,50	v, м/с	0,3822	0,4076	0,4331	0,4586	0,4841	0,5096	0,5605	0,6115	0,6624	0,7134
		1000i, мм/м	4,3951	4,9291	5,4908	6,0799	6,6962	7,3395	8,7062	10,1788	11,7561	13,4370
90	15,00	v, м/с	0,2654	0,2831	0,3008	0,3185	0,3362	0,3539	0,3892	0,4246	0,4600	0,4954
		1000i, мм/м	1,8257	2,0458	2,2772	2,5197	2,7733	3,0378	3,5992	4,2036	4,8503	5,5390

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
			40	6,70	v, м/с	2,7006	2,8806	3,0607	-	-	-	-
		1000i, мм/м	337,8076	380,6250	425,8389	-	-	-	-	-	-	-
50	8,40	v, м/с	1,7336	1,8492	1,9647	2,0803	2,1959	2,3114	2,4270	2,5426	2,6582	2,7737
		1000i, мм/м	113,1232	127,3478	142,3567	158,1451	174,7085	192,0431	210,1449	229,0104	248,6364	269,0198
63	10,50	v, м/с	1,0832	1,1555	1,2277	1,2999	1,3721	1,4443	1,5165	1,5887	1,6610	1,7332
		1000i, мм/м	35,6719	40,1191	44,8075	49,7355	54,9016	60,3044	65,9425	71,8149	77,9204	84,2579
75	12,50	v, м/с	0,7643	0,8153	0,8662	0,9172	0,9682	1,0191	1,0701	1,1210	1,1720	1,2229
		1000i, мм/м	15,2205	17,1059	19,0922	21,1788	23,3650	25,6502	28,0338	30,5152	33,0940	35,7696
90	15,00	v, м/с	0,5308	0,5662	0,6016	0,6369	0,6723	0,7077	0,7431	0,7785	0,8139	0,8493
		1000i, мм/м	6,2691	7,0404	7,8524	8,7049	9,5976	10,5301	11,5024	12,5140	13,5648	14,6546

Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	Расход воды, л/с	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4
			50	8,40	v, м/с	2,8893	3,0049	3,1205	-	-	-	-
		1000i, мм/м	290,1575	312,0469	334,6853	-	-	-	-	-	-	-
63	10,50	v, м/с	1,8054	1,8776	1,9498	2,0220	2,0943	2,1665	2,2387	2,3109	2,3831	2,4553
		1000i, мм/м	90,8263	97,6248	104,6525	111,9085	119,3919	127,1021	135,0382	143,1996	151,5856	160,1956
75	12,50	v, м/с	1,2739	1,3248	1,3758	1,4268	1,4777	1,5287	1,5796	1,6306	1,6815	1,7325
		1000i, мм/м	38,5416	41,4096	44,3732	47,4320	50,5856	53,8337	57,1759	60,6119	64,1415	67,7643
90	15,00	v, м/с	0,8846	0,9200	0,9554	0,9908	1,0262	1,0616	1,0970	1,1323	1,1677	1,2031
		1000i, мм/м	15,7832	16,9504	18,1561	19,4000	20,6820	22,0019	23,3597	24,7552	26,1881	27,6585

Таблицы для гидравлического расчета безнапорных труб из полипропилена диаметрами 40, 50 и 110 мм.

Диаметр трубы (Dтр) 40 мм
Толщина стенки (Sст) 1,8 мм

h/D	i = 0,01		i = 0,02		i = 0,03		i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06		i = 0,07	
	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с
0,3	0,076	0,288	0,124	0,473	0,163	0,619	0,195	0,743	0,224	0,852	0,250	0,952	0,274	1,044
0,4	0,135	0,348	0,220	0,566	0,287	0,738	0,343	0,883	0,393	1,012	0,439	1,128	0,480	1,235
0,5	0,206	0,396	0,333	0,640	0,433	0,832	0,517	0,994	0,592	1,137	0,659	1,267	0,721	1,386
0,6	0,282	0,432	0,454	0,696	0,589	0,903	0,702	1,077	0,803	1,231	0,894	1,371	0,977	1,499
0,7	0,355	0,457	0,570	0,733	0,739	0,950	0,881	1,132	1,006	1,293	1,120	1,439	1,224	1,574
0,8	0,417	0,467	0,668	0,749	0,865	0,969	1,031	1,156	1,178	1,320	1,311	1,469	1,433	1,605
0,9	0,453	0,459	0,726	0,736	0,941	0,954	1,122	1,138	1,282	1,299	1,426	1,446	1,539	1,581
1,0	0,412	0,396	0,666	0,640	0,866	0,832	1,035	0,994	1,184	1,137	1,319	1,267	1,443	1,386

Диаметр трубы (Dтр) 50 мм
Толщина стенки (Sст) 1,8 мм

h/D	i = 0,01		i = 0,02		i = 0,03		i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06		i = 0,07	
	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с
0,3	0,155	0,364	0,248	0,582	0,321	0,752	0,383	0,896	0,437	1,024	0,486	1,140	0,532	1,247
0,4	0,276	0,437	0,438	0,694	0,564	0,893	0,671	1,062	0,766	1,212	0,851	1,347	0,930	1,472
0,5	0,418	0,495	0,661	0,782	0,849	1,005	1,009	1,193	1,150	1,360	1,277	1,510	1,394	1,649
0,6	0,571	0,539	0,899	0,849	1,152	1,088	1,367	1,291	1,557	1,470	1,728	1,632	1,886	1,780
0,7	0,718	0,568	1,128	0,892	1,445	1,143	1,714	1,356	1,950	1,543	2,164	1,712	2,361	1,867
0,8	0,841	0,580	1,321	0,911	1,692	1,167	2,006	1,383	2,282	1,574	2,532	1,746	2,761	1,904
0,9	0,915	0,571	1,437	0,897	1,841	1,148	2,183	1,362	2,484	1,550	2,756	1,719	3,006	1,876
1,0	0,837	0,495	1,323	0,782	1,699	1,005	2,018	1,193	2,299	1,360	2,554	1,510	2,788	1,649

Диаметр трубы (Dтр) 110 мм
Толщина стенки (Sст) 2,7 мм

h/D	i = 0,01		i = 0,02		i = 0,03		i = 0,04		i = 0,05		i = 0,06		i = 0,07	
	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с	q, л/с	v, м/с
0,3	1,564	0,721	1,747	0,805	1,916	0,884	2,074	0,956	2,221	1,024	2,362	1,089	2,685	1,238
0,4	2,744	0,855	3,061	0,953	3,355	1,045	3,628	1,130	3,882	1,209	4,125	1,285	4,684	1,459
0,5	4,125	0,960	4,598	1,070	5,036	1,172	5,443	1,267	5,822	1,355	6,183	1,439	7,014	1,632
0,6	5,592	1,039	6,229	1,157	6,819	1,267	7,367	1,369	7,878	1,463	8,365	1,554	9,482	1,762
0,7	7,008	1,091	7,804	1,215	8,540	1,329	9,224	1,436	9,861	1,535	10,469	1,629	11,863	1,847
0,8	8,203	1,113	9,132	1,239	9,993	1,356	10,792	1,464	11,536	1,565	12,246	1,662	13,875	1,883
0,9	8,926	1,096	9,939	1,220	10,877	1,335	11,748	1,442	12,559	1,542	13,332	1,637	15,107	1,855
1,0	8,251	0,960	9,196	1,070	10,072	1,172	10,885	1,267	11,644	1,355	12,367	1,439	14,028	1,632

Инженерные сети	Расстояние по горизонтали (в свету) от подземных сетей до , (м)						Приложение 19		
	фундаментов, зданий и сооружений	фундаментов ограждений предприятий, эстакад, опор контактной сети и связи, железных дорог	оси крайнего пути		бортового камня, улицы, дороги (кромки проезжей части, укрепленной полосы обочины)	наружной бровки кювета или подосыпи насыпи дороги	фундаментов опор воздушных линий электропередачи напряжением		
			железных дорог колеи 1520 мм , но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи и бровки выемки	железных дорог колеи 750 мм и трамвая			до 1кВ наружного освещения, контактной сети трамваев и троллейбусов	св. 1 до 35 кВ	св 35 до 110 кВ и выше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Водопровод и напорная канализация	5	3	4	2.8	2	1	1	2	3
2. Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3	1.5	4	2.8	1.5	1	1	2	3
3. Дренаж	3	1	4	2.8	1.5	1	1	2	3
4. Сопутствующий дренаж	0.4	0.4	0.4	0	0.4	-	-	-	-
5. Тепловые сети: от наружной стенки канала, тоннеля оболочки бесканальной прокладки	2 5	1.5 1.5	4 4	2.8 2.8	1.5 1.5	1 1	1 1	2 2	3 3
6. Кабели силовых всех напряжений и кабели связи	0.6	0.5	3.2	2.8	1.5	1	0.5 <*>	5<*>	10<*>
7. Каналы, коммуникационные тоннели	2	1.5	4	2.8	1.5	1	1	2	3<*>
8. Наружные пневмому-соропроводы	2	1	3.8	2.8	1.5	1	1	3	5

Потери напора в трубопроводах из полимерных материалов

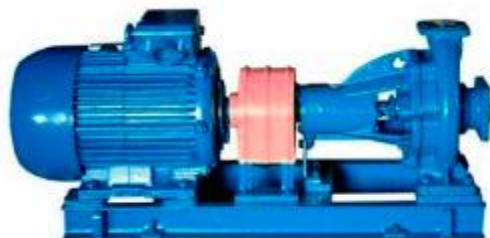
В таблице обычным шрифтом обозначены скорости протекания потока в м/с, а выделенным — потери напора в метрах на 100 м прямого трубопровода.

Расход			PELM / PEH PN 10														
м³/ч	л/мин	л/с	PELM				PEH										
			25 20.4	32 26.2	40 32.6	50 40.8	63 51.4	75 61.4	90 73.6	110 90.0	125 102.2	140 114.6	160 130.8	180 147.2			
0.6	10	0.16	0.49 1.8	0.30 0.66	0.19 0.27	0.12 0.085											
0.9	15	0.25	0.76 4.0	0.46 1.14	0.3 0.6	0.19 0.18	0.12 0.63										
1.2	20	0.33	1.0 6.4	0.61 2.2	0.39 0.9	0.25 0.28	0.16 0.11										
1.5	25	0.42	1.3 10.0	0.78 3.5	0.5 1.4	0.32 0.43	0.2 0.17	0.14 0.074									
1.8	30	0.50	1.53 13.0	0.93 4.6	0.6 1.9	0.38 0.57	0.24 0.22	0.17 0.092									
2.1	35	0.58	1.77 16.0	1.08 6.0	0.69 2.0	0.44 0.70	0.28 0.27	0.2 0.12									
2.4	40	0.67	2.05 22.0	1.24 7.5	0.80 3.3	0.51 0.93	0.32 0.35	0.23 0.16	0.16 0.063								
3.0	50	0.83	2.54 37.0	1.54 11.0	0.99 4.8	0.63 1.40	0.4 0.50	0.28 0.22	0.2 0.09								
3.6	60	1.00	3.06 43.0	1.85 15.0	1.2 6.5	0.76 1.90	0.48 0.70	0.34 0.32	0.24 0.13	0.16 0.050							
4.2	70	1.12	3.43 50.0	2.08 18.0	1.34 8.0	0.86 2.50	0.54 0.83	0.38 0.38	0.26 0.17	0.18 0.068							
4.8	80	1.33		2.47 25.0	1.59 10.5	1.02 3.00	0.64 1.20	0.45 0.50	0.31 0.22	0.2 0.084							
5.4	90	1.50		2.78 30.0	1.8 12.0	1.15 3.50	0.72 1.30	0.51 0.57	0.35 0.26	0.24 0.092	0.18 0.05						
6.0	100	1.67		3.1 39.0	2.0 16.0	1.28 4.6	0.8 1.80	0.56 0.73	0.39 0.30	0.26 0.12	0.2 0.07						
7.5	125	2.08		3.86 50.0	2.49 24.0	1.59 6.6	1.00 2.50	0.70 1.10	0.49 0.50	0.33 0.18	0.25 0.10	0.20 0.055					
9.0	150	2.50			3.00 33.0	1.91 8.6	1.20 3.5	0.84 1.40	0.59 0.63	0.39 0.24	0.30 0.13	0.24 0.075					
10.5	175	2.92			3.5 38.0	2.23 11.0	1.41 4.3	0.99 1.80	0.69 0.78	0.46 0.30	0.36 0.18	0.28 0.09					
12	200	3.33			3.99 50.0	2.55 14.0	1.60 5.5	1.12 2.40	0.78 1.0	0.52 0.40	0.41 0.22	0.32 0.12	0.25 0.065				
15	250	4.17				3.19 21.0	2.01 8.0	1.41 3.70	0.98 1.50	0.66 0.57	0.51 0.34	0.40 0.18	0.31 0.105	0.25 0.06			
18	300	5.00				3.82 28.0	2.41 10.5	1.69 4.60	1.18 1.95	0.78 0.77	0.61 0.45	0.48 0.25	0.37 0.13	0.29 0.085			
24	400	6.67					3.21 19.0	2.25 8.0	1.57 3.60	1.05 1.40	0.81 0.78	0.65 0.44	0.50 0.23	0.39 0.15			
30	500	8.33					4.01 28.0	2.81 11.5	1.96 5.0	1.1 2.0	1.02 1.20	0.81 0.63	0.62 0.33	0.49 0.21			
36	600	10.0					4.82 37.0	3.38 15.0	2.35 6.6	1.57 2.60	1.22 1.50	0.97 0.82	0.74 0.45	0.59 0.28			

Потери напора в стальных трубопроводах

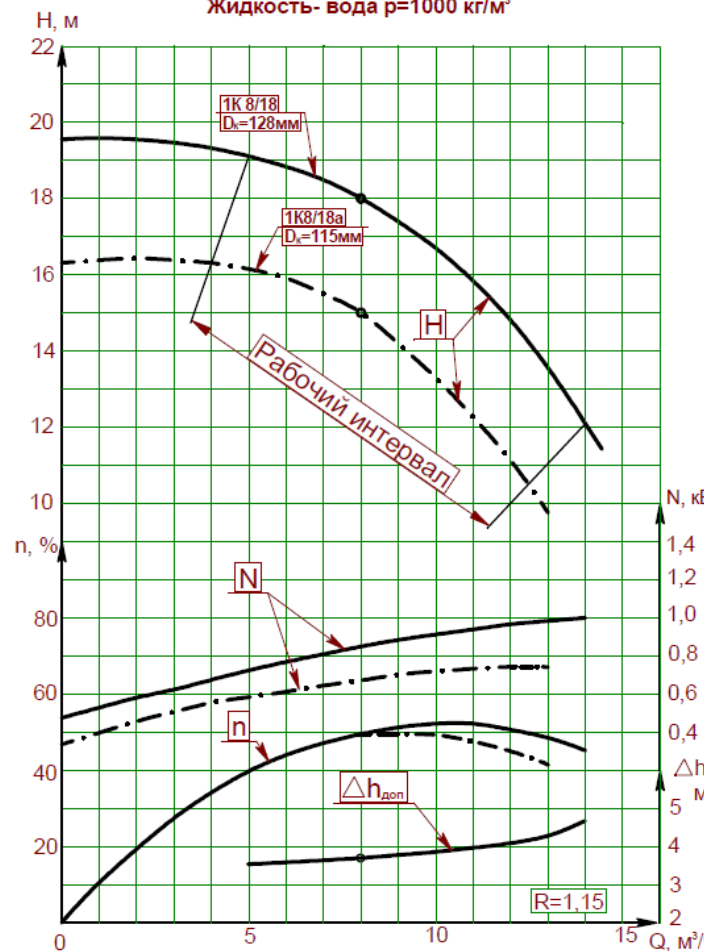
В таблице выделенным шрифтом обозначены скорости протекания потока в м/с, а обычным — потери напора в метрах на 100 м прямого трубопровода.

Расход			Потеря напора в стальных трубопроводах															
м ³ /ч	л/мин	л/с	Номинальный диаметр в дюймах и внутренний диаметр в мм															
			1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"				
0.6	10	0.16	0.855 9.910	0.470 2.407	0.292 0.784													
0.9	15	0.25	1.282 20.11	0.705 4.862	0.438 1.570	0.249 0.416												
1.2	20	0.33	1.710 33.53	0.940 8.035	0.584 2.588	0.331 0.677	0.249 0.346											
1.5	25	0.42	2.138 49.93	1.174 11.91	0.730 3.834	0.415 1.004	0.312 0.510											
1.8	30	0.50	2.565 69.34	1.409 16.50	0.876 5.277	0.498 1.379	0.374 0.700	0.231 0.223										
2.1	35	0.58	2.993 91.54	1.644 21.75	1.022 6.949	0.581 1.811	0.436 0.914	0.269 0.291										
2.4	40	0.67		1.879 27.66	1.168 8.820	0.664 2.290	0.499 1.160	0.308 0.368										
3.0	50	0.83		2.349 41.40	1.460 13.14	0.830 3.403	0.623 1.719	0.385 0.544	0.229 0.159									
3.6	60	1.00		2.819 57.74	1.751 18.28	0.996 4.718	0.748 2.375	0.462 0.751	0.275 0.218									
4.2	70	1.12		3.288 76.49	2.043 24.18	1.162 6.231	0.873 3.132	0.539 0.988	0.321 0.287	0.231 0.131								
4.8	80	1.33			2.335 30.87	1.328 7.940	0.997 3.988	0.616 1.254	0.367 0.363	0.263 6.164								
5.4	90	1.50			2.627 38.30	1.494 9.828	1.122 4.927	0.693 1.551	0.413 0.449	0.269 0.203								
6.0	100	1.67			2.919 46.49	1.660 11.90	1.247 5.972	0.770 1.875	0.459 0.542	0.329 0.244	0.248 0.124							
7.5	125	2.08			3.649 70.41	2.075 17.93	1.558 8.967	0.962 2.802	0.574 0.809	0.412 0.365	0.310 0.185	0.241 0.101						
9.0	150	2.50			2.490 25.11	1.870 12.53	1.154 3.903	0.668 1.124	0.494 0.506	0.372 0.256	0.289 0.140							
10.5	175	2.92			2.904 33.32	2.182 16.66	1.347 5.179	0.803 1.488	0.576 0.670	0.434 0.338	0.337 0.184							
12	200	3.33			3.319 42.75	2.493 21.36	1.539 6.624	0.918 1.901	0.659 0.855	0.496 0.431	0.385 0.234	0.251 0.084						
15	250	4.17			4.149 64.86	3.117 32.32	1.924 10.03	1.147 2.860	0.823 1.282	0.620 0.646	0.481 0.350	0.314 0.126						
18	300	5.00				3.740 45.52	2.309 14.04	1.377 4.009	0.988 1.792	0.744 0.903	0.577 0.488	0.377 0.175	0.263 0.074					
24	400	6.67				4.987 78.17	3.078 24.04	1.836 6.828	1.317 3.053	0.992 1.530	0.770 0.829	0.502 0.294	0.351 0.124					
30	500	8.33					3.848 36.71	2.295 10.40	1.647 4.622	1.240 2.315	0.962 1.254	0.628 0.445	0.439 0.187					
36	600	10.0					4.618 51.84	2.753 14.62	1.976 6.505	1.488 3.261	1.155 1.757	0.753 0.623	0.526 0.260					
42	700	11.7						3.212 19.52	2.306 8.693	1.736 4.356	1.347 2.345	0.879 0.831	0.614 0.347					

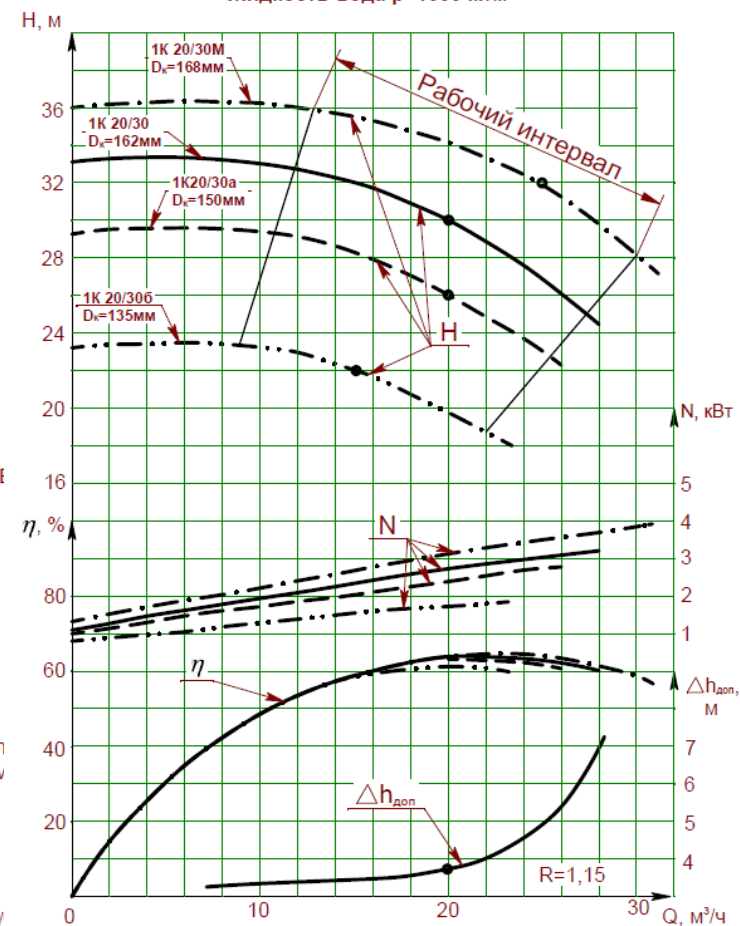


Консольный водяной насос является качественной и надёжной конструкцией. Он применяется для перекачивания чистой холодной или горячей воды, с допустимым небольшим количеством твёрдых концентраций.

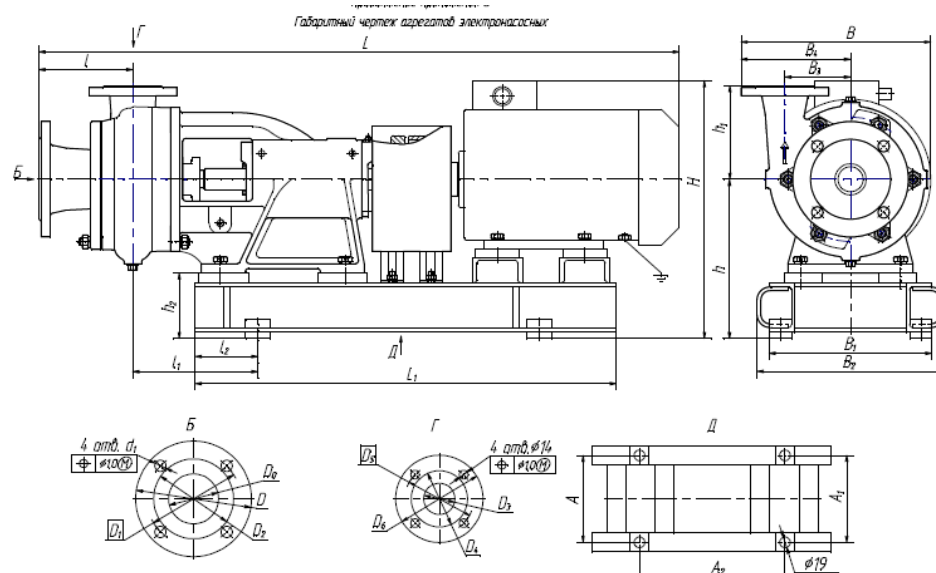
Характеристика насоса 1К 8/18
при частоте вращения 48с^{-1} (2900 об/мин)
Жидкость- вода $\rho=1000\text{ кг/м}^3$



Характеристика насоса 1К 20/30
при частоте вращения 48с^{-1} (2900 об/мин)
Жидкость- вода $\rho=1000\text{ кг/м}^3$



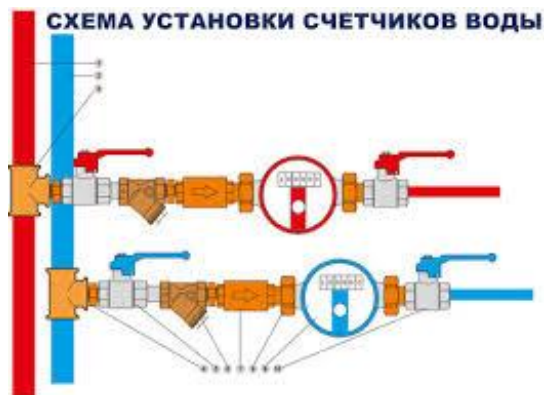
Конструктивные параметры консольных насосов марки К.



Типоразмер агрегата	Двигатель				Размеры в мм.																			
	Типоразмер	Мощность, кВт	Частота вращения с ⁻¹ (об/мин)	Напряжение, В	L	L ₁	l	l ₁	l ₂	A	A ₁	A ₂	B	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	H	h	h ₁	h ₂			
1К8/18 1К8/18а	5А80МА2	1,5	50 (3000)	220, 380	785	525	120	185	109	240	240	336	230	296	312	75	135	323	203	120	83			
	А80А2				790													330						
	АИР80А2				790													328						
1К20/30ж	АИР100L2	5,5			580	865			555	102	250	250	379	300	300	98	163	343	193	73				
	А100L2					915												370						
	АИР100S2					835												365						
1К20/30	А100S2	4,0			560	870			525	109	240	240	355	275	290	290	98	163	343	203	83			
	АИР90L2					810													296			312		
	А90L2					845													296			312		
1К20/30а	АИР80В2	2,2			525	815			690	150	200	100	225	225	336	300	260	300	105	175	415	255	150	105
	А80В2					810															375			
	5А80МВ2					810															385			
К45/30	АИРМ112М2	7,5			660	1035			690	150	200	100	225	225	450	300	360	360	105	175	415	215	65	
	5АМ112М2					1085															385			
	А112М2					1100															385			
	АИРМ112М2					1040															388			
К45/30а	АИР100L2	5,5			665	995			665	290	285	290	285	360	360	105	175	365	215	65				
	А100L2					1025												365						
	АИР112М2		1035	375																				
	5АМ112М2		1085	385																				
К45/30*	А112М2	7,5	690	1100	690	250	290-320	300	360	360	105	175	385	215	65									
	АИРМ112М2			1100									385											
	АИРМ112М2			1040									388											
	АИР100L2			995									365											
К45/30а*	А100L2	5,5	665	1025	665	290	285	290	285	360	360	105	175	395	215	65								
	А100L2			1025										395										

Водомерные узлы

В квартире.



- 1- Типовая вставка;
- 2- Обводная линия d=50мм;
- 3- Задвижка d=50мм;
- 4- Фланец d=50мм;
- 5- Переход 50x40;
- 6- Водомерный счетчик калибром 40мм
- 7- Манометр;
- 8- Трехходовой кран;
- 9- Фильтр для воды d=40мм;
- 10-Спускной кран

На вводе в здание.

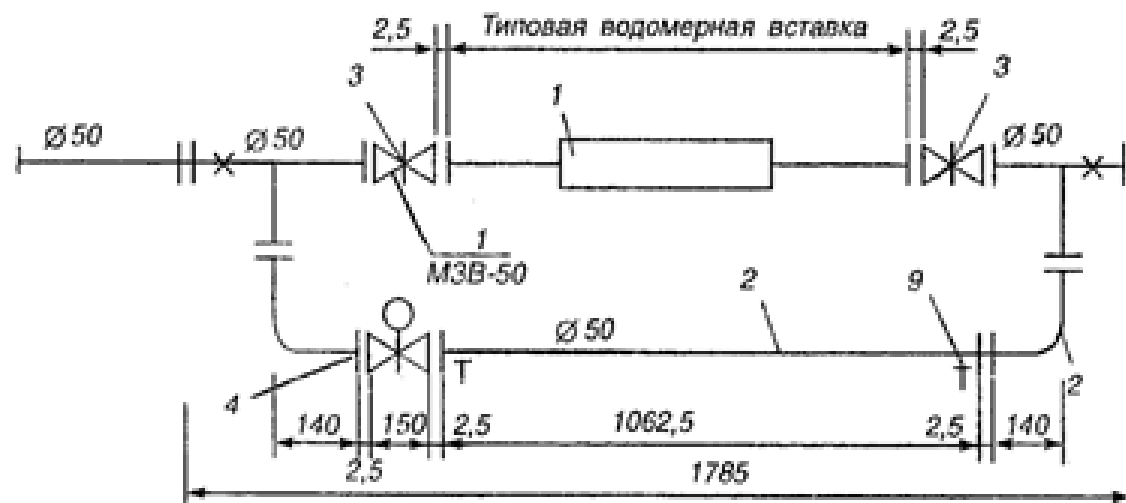
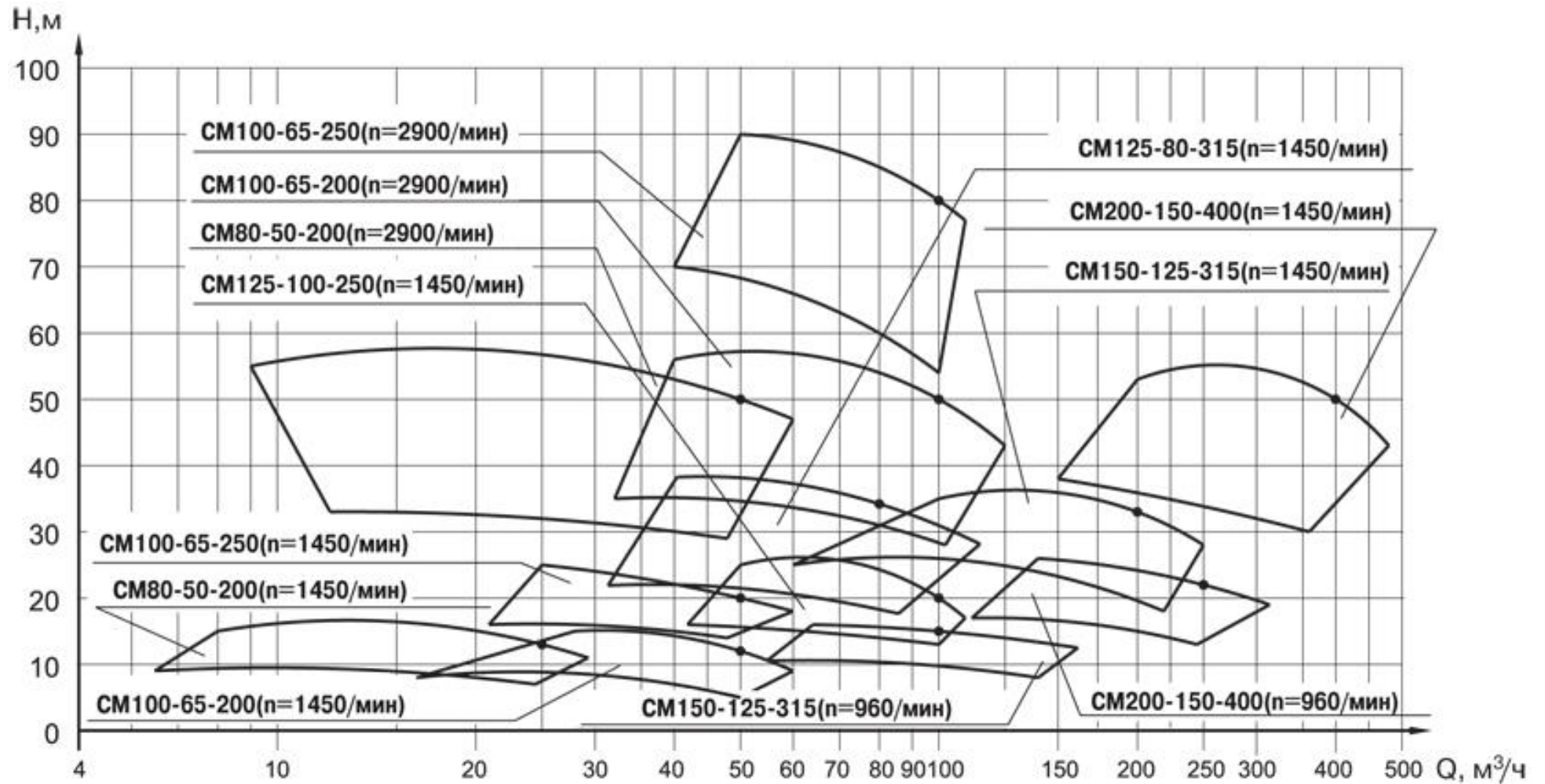
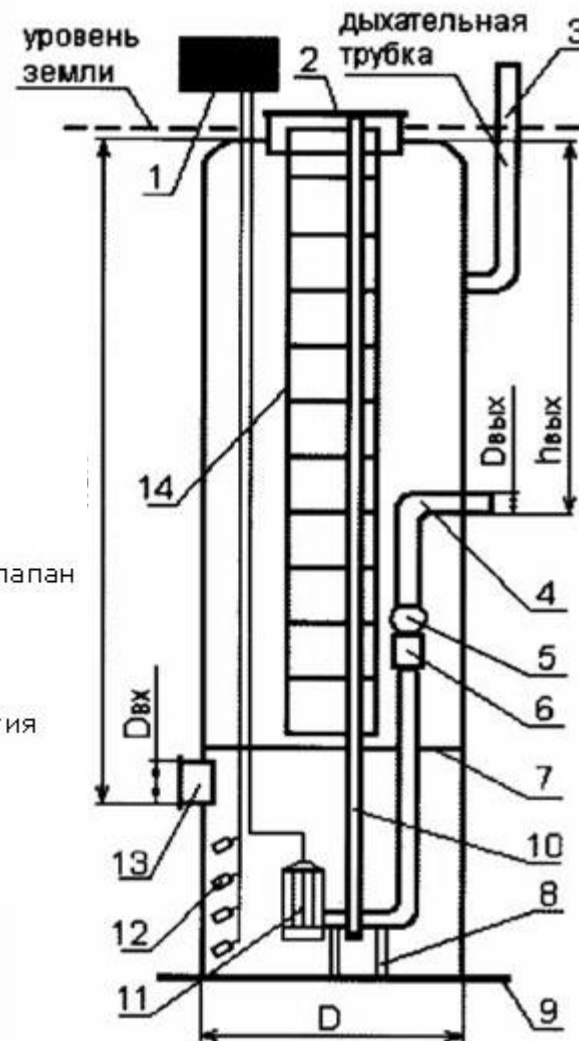
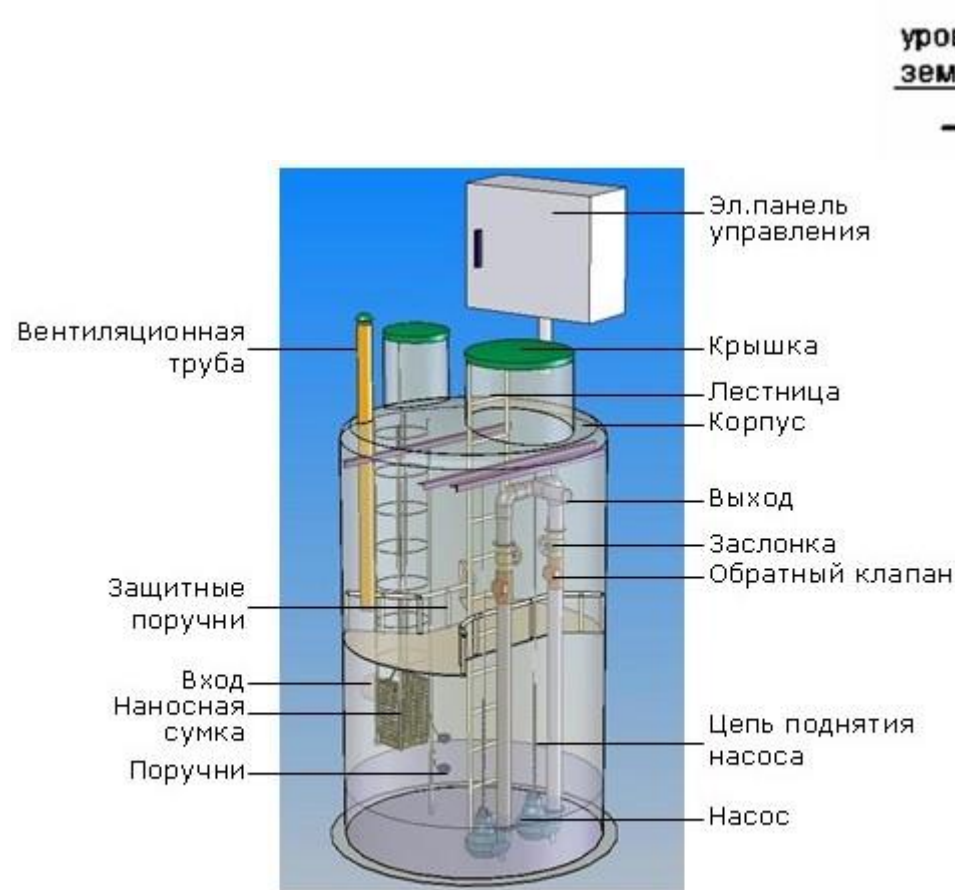


ГРАФИК ПОДБОРА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ФЕКАЛЬНЫХ НАСОСОВ ТИПА СМ



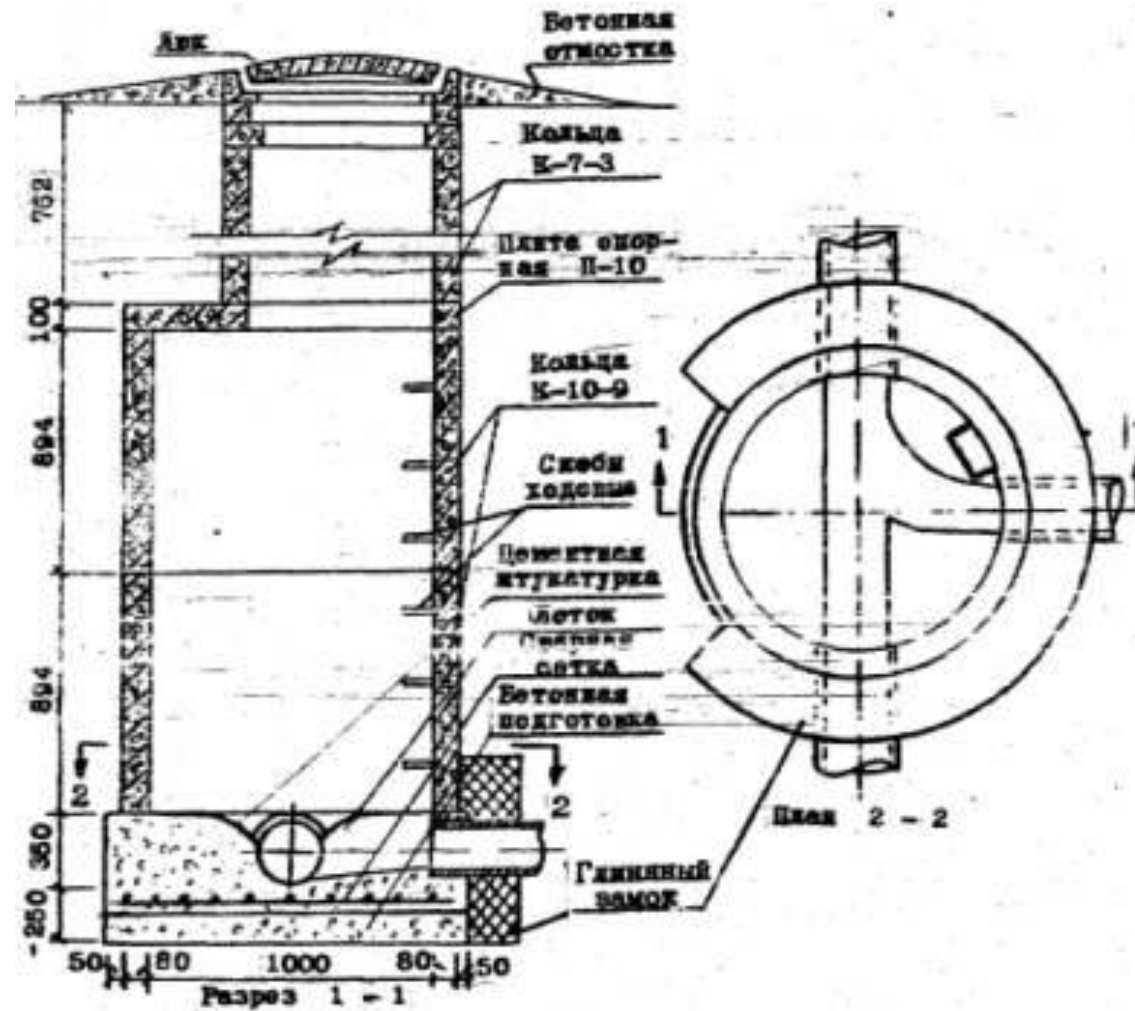
Канализационная насосная станция(КНС)



- 1 - щит управления
- 2 - люк
- 3 - дыхательная трубка
- 4 - выходная труба
- 5 - задвижка
- 6 - обратный клапан
- 7 - площадка обслуживания
- 8 - основание для насосов
- 9 - дно КНС
- 10 - направляющие трубы насосов
- 11 - насосы
- 12 - 4-х поплавковый выключатель
- 13 - входная труба
- 14 - лестница

Размеры D, Dвх., Dвых., hвх., hвых определяет Заказчик

КОЛОДЦЫ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ



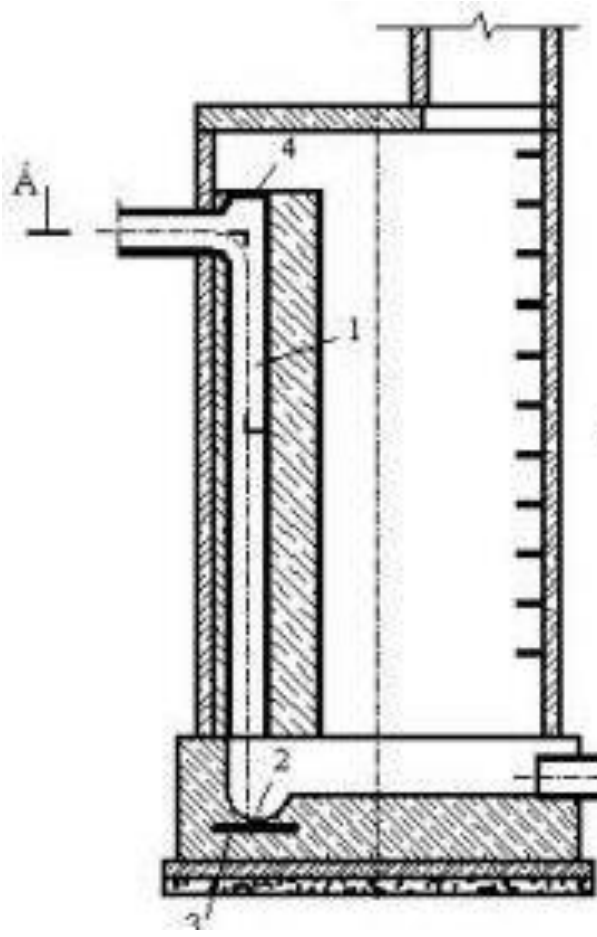
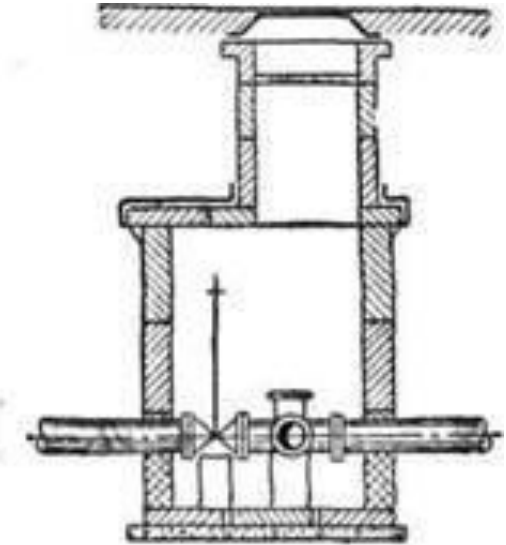
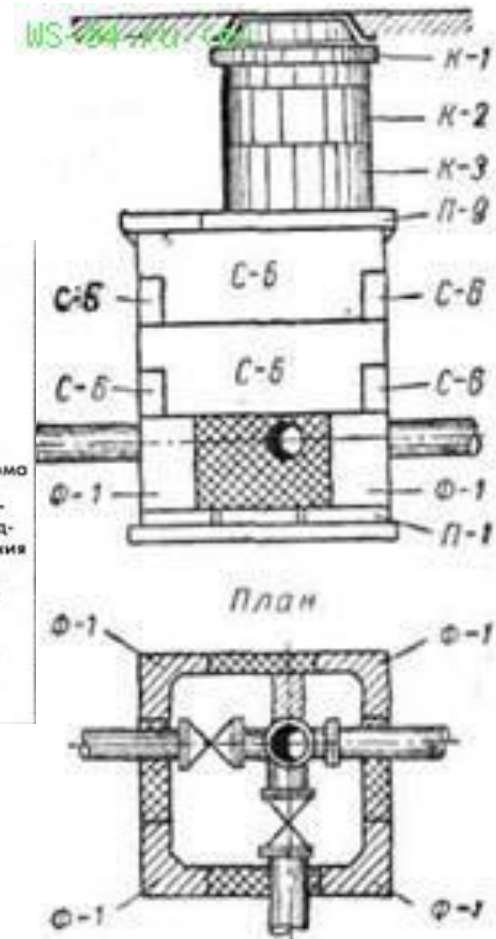


Рис. 11

КОЛОДЦЫ ВОДОПРОВОДНЫЕ

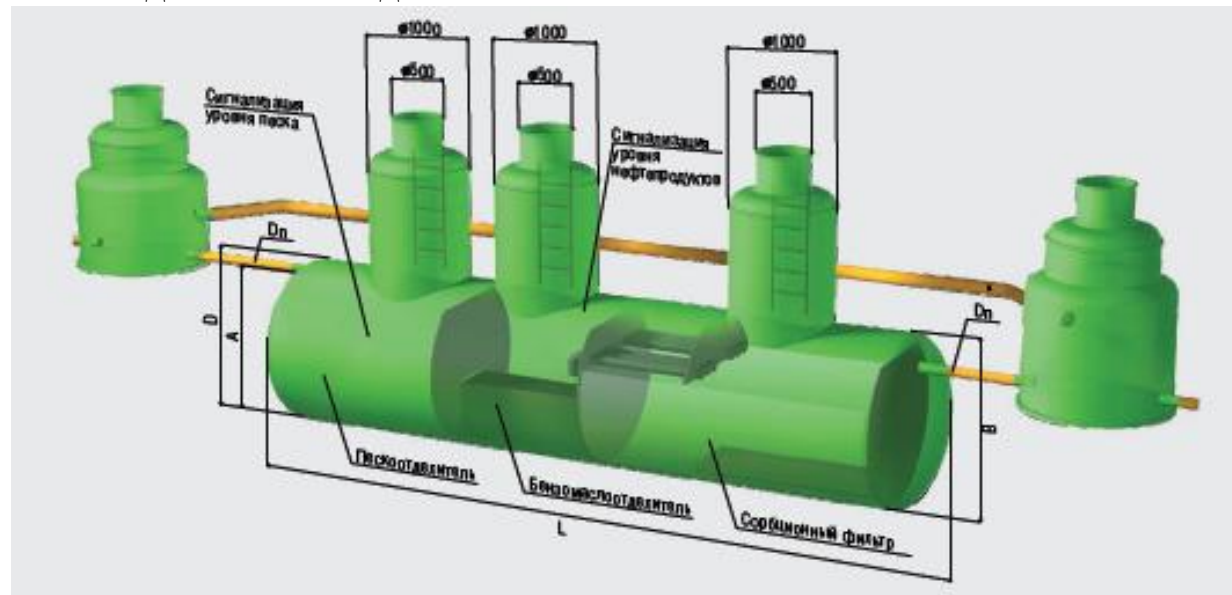


Очистные ливневой канализации.

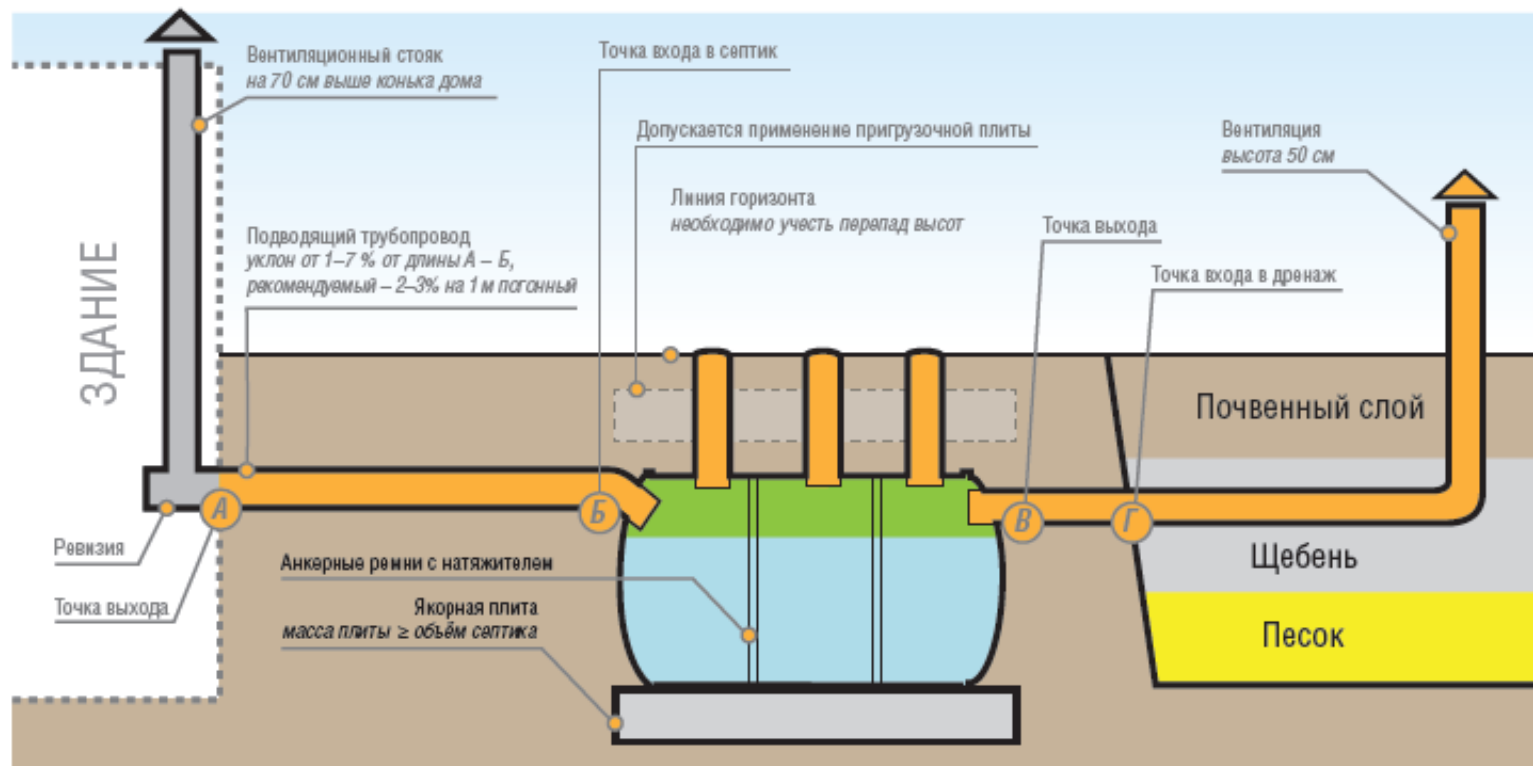
Оборудование для ливневых очистных сооружений

В состав ливневых очистных сооружений входят следующие виды оборудования:

10. Накопительные (аккумулирующие) емкости
11. Пескоотделитель
12. Бензомаслоотделитель
13. Сорбционный фильтр
14. Блок УФО и сепаратор
15. Ливневая канализация в одном корпусе (однокорпусная ливневка)
16. Контрольные и распределительные колодцы
17. Насосные станции
18. Трубы и соединительные детали



БЕЗНАПОРНАЯ СХЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОКОВ ПРИ ПОМОЩИ КАНАЛИЗАЦИОННОГО СЕПТИКА.



**Испытание внутренних санитарно-технических систем.
(согласно СП 73.13330.2012)**

7.1 Общие положения по испытанию систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, теплоснабжения, холодоснабжения, канализации, водостоков и котельных

7.1.1 По завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены: испытания систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения, теплогенераторов гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта согласно приложению Г, а также промывка систем в соответствии с требованиями 6.1.10 настоящего свода правил; испытания систем внутренней канализации и водостоков с составлением акта согласно приложению Д; индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта согласно приложению Е; тепловое испытание систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов. Требования по проведению испытаний с применением пластмассовых трубопроводов изложены в [2] и [4]. Испытания должны производиться до начала отделочных работ.

7.1.2 При индивидуальных испытаниях оборудования должны быть выполнены следующие работы: проверка соответствия установленного оборудования и выполненных работ рабочей документации и требованиям настоящих правил; испытание оборудования на холостом ходу и под нагрузкой в течение 4 ч непрерывной работы. При этом проверяются балансировка колес и роторов в сборе насосов, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя, выполнение требований к сборке и монтажу оборудования, указанных в технической документации предприятий-изготовителей.

7.1.3 Испытания гидростатическим методом систем отопления, теплоснабжения, теплогенераторов и водоподогревателей должны производиться при положительной температуре в помещениях здания, а систем холодного и горячего водоснабжения, канализации и водостоков - при температуре не ниже 278 К (5 °С). Температура воды должна быть также не ниже 278 К (5 °С).

7.2 Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения

7.2.1 Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим методом с соблюдением требований ГОСТ 24054, ГОСТ 25136 и настоящих правил. Величину пробного давления при гидростатическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления.

Гидростатические и манометрические испытания систем холодного и горячего водоснабжения должны производиться до установки водоразборной арматуры.

Выдержавшими испытания считаются системы, если в течение 10 мин нахождения под пробным давлением при гидростатическом методе испытаний не обнаружено падения давления более 0,05 МПа (0,5 кгс/см) и капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, запорной арматуре и утечки воды через смывные устройства.

По окончании испытаний гидростатическим методом необходимо выпустить воду из систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения.

7.2.2 Манометрические испытания системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения следует производить в следующей последовательности:

систему заполнить воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см);

при обнаружении дефектов монтажа на слух следует снизить давление до атмосферного и устранить дефекты;

затем систему заполнить воздухом давлением 0,1 МПа (1 кгс/см), выдержать ее под пробным давлением в течение 5 мин.

Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа (0,1 кгс/см).

7.3 Системы отопления, теплоснабжения и холодоснабжения

7.3.1 Испытание водяных систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения должно производиться при отключенных теплогенераторах и расширительных сосудах гидростатическим методом давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа (2 кгс/см) в самой нижней точке системы.

Система признается выдержавшей испытание, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением:

падение давления не превысит 0,02 МПа (0,2 кгс/см);

отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Величина пробного давления при гидростатическом методе испытания для систем отопления и теплоснабжения, присоединенных к тепловым сетям централизованного теплоснабжения, не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов и отопительно-вентиляционного оборудования.

7.3.2 Манометрические испытания систем отопления и теплоснабжения следует производить в последовательности, указанной в 7.2.2.

7.3.3 Системы панельного отопления должны быть испытаны, как правило, гидростатическим методом, если иное не указано в рабочей документации.

Манометрическое испытание допускается производить при отрицательной температуре наружного воздуха. Гидростатическое испытание систем панельного отопления должно производиться (до заделки монтажных окон) давлением 1 МПа (10 кгс/см) в течение 15 мин, при этом падение давления допускается не более 0,01 МПа (0,1 кгс/см).

Для систем панельного отопления, совмещенных с отопительными приборами, величина пробного давления не должна превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов.

Величина пробного давления систем панельного отопления, паровых систем отопления и теплоснабжения при манометрических испытаниях должна составлять 0,1 МПа (1 кгс/см). Продолжительность испытания - 5 мин. Падение давления должно быть не более 0,01 МПа (0,1 кгс/см).

7.3.4 Паровые системы отопления и теплоснабжения с рабочим давлением до 0,07 МПа (0,7 кгс/см) должны испытываться гидростатическим методом давлением, равным 0,25 МПа (2,5 кгс/см) в нижней точке системы.

Системы с рабочим давлением более 0,07 МПа (0,7 кгс/см) - гидростатическим давлением, равным рабочему давлению плюс 0,1 МПа (1 кгс/см), но не менее 0,3 МПа (3 кгс/см) в верхней точке системы.

Система признается выдержавшей испытание давлением по критериям, указанным в 7.3.1.

Системы парового отопления и теплоснабжения после гидростатических или манометрических испытаний должны быть проверены путем пуска пара с рабочим давлением системы. При этом утечки пара не допускаются.

7.3.5 Тепловое испытание систем отопления и теплоснабжения при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 333 К (60 °С). При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха (в теплое время года) должно производиться только при подключении к источнику теплоты.

Тепловое испытание систем отопления при отрицательной температуре наружного воздуха должно производиться:

при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурному графику, но не менее 323 К (50 °С);

при величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Тепловое испытание систем отопления следует производить в течение 7 ч, при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов.

7.5 Внутренняя канализация, водостоки и дренаж

7.5.1 Испытания систем внутренней канализации и дренажных систем должны выполняться методом пролива воды путем одновременного открытия 75% санитарных приборов, подключенных к проверяемому участку в течение времени, необходимого для его осмотра.

Выдержавшей испытание считается система, если при ее осмотре не обнаружено течи через стенки трубопроводов и места соединений.

Испытания отводных трубопроводов канализации, проложенных в земле или подпольных каналах, должны выполняться до их закрытия наполнением водой до уровня пола первого этажа.

7.5.2 Испытания участков систем канализации, скрываемых при последующих работах, должны выполняться проливом воды до их закрытия с составлением акта освидетельствования скрытых работ согласно приложению В.

7.5.3 Испытание внутренних водостоков следует производить наполнением их водой до уровня наивысшей водосточной воронки. Продолжительность испытания должна составлять не менее 10 мин.

Водостоки считаются выдержавшими испытание, если при осмотре не обнаружено течи, а уровень воды в стояках не понизился.

**Размеры отверстий и борозд для прокладки трубопроводов
(воздухопроводов) в перекрытиях, стенах и перегородках
зданий и сооружений**

Назначение трубопровода (воздухопровода)	Размер, мм		
	отверстия	борозды	
		ширина	глубина
Отопление			
Стояк однетрубной системы	100×100	130	130
Два стояка двутрубной системы	150×100	200	130
Подводка к приборам и сцепки	100×100	60	60
Главный стояк	200×200	200	200
Магистраль	250×300	—	—
Водопровод и канализация			
Водопроводный стояк:			
один	100×100	130	130
два	200×100	200	130
Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	250×150	250	130
100; 150	350×200	350	200
Один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	150×150	200	130
100; 150	200×200	250	250
Два водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	200×150	250	130
100; 150	320×200	380	250
Три водопроводных стояка и один канализационный стояк диаметром, мм:			
50	450×150	350	130
100; 150	500×200	480	250
Подводка водопроводная:			
одна	100×100	60	60
две	100×200	—	—
Подводка канализационная, магистраль водопроводная	200×200	—	—
Канализационный коллектор	250×300	—	—
Воды и выпуски наружных сетей			
Теплоснабжение, не менее	600×400	—	—
Водопровод и канализация, не менее	400×400	—	—
Вентиляция			
Воздуховоды:			
круглого сечения (<i>D</i> – диаметр воздуховода)	<i>D</i> + 150	—	—
прямоугольного сечения (<i>A</i> и <i>B</i> – размеры сторон воздуховода)	<i>A</i> + 150 <i>B</i> + 150	—	—
<p>П р и м е ч а н и е – Для отверстий в перекрытиях первый размер означает длину отверстия (параллельно стене, к которой крепится трубопровод или воздуховод), второй – ширину. Для отверстий в стенах первый размер означает ширину, второй – высоту.</p>			