

О. Н. ПОПОВ, А. Н. ГРИБКОВ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»

О. Н. ПОПОВ, А. Н. ГРИБКОВ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия для студентов
энергетических специальностей, изучающих дисциплину
«Системы водоснабжения и водоотведения»,
очной и заочной форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

УДК 696.1
ББК 38.761
П58

Рецензенты:

Кандидат технических наук, главный инженер проекта
ООО «ПромИнжиниринг»
Н. С. Лотц

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Материалы и технология» ФГБОУ ВО «ТГТУ»
Д. М. Мордасов

Попов, О. Н.
П58 Основы проектирования систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Н. Попов, А. Н. Грибков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ». – 2025. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium IV ; RAM 512 Mb ; необходимое место на HDD 6,4 Mb ; Windows 8/10/11 ; дисковод CD-ROM , мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2890-7

Приведены рекомендации по выполнению курсовой работы, варианты заданий. Указаны порядок выполнения и содержание курсовой работы. Даются сведения нормативного характера, необходимые для выполнения курсовой работы, а также практических занятий по дисциплине «Системы водоснабжения и водоотведения». Приведены примеры выполнения отдельных элементов графической части курсовой работы.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий») и рабочей программы дисциплины «Системы водоснабжения и водоотведения».

Предназначено для студентов энергетических специальностей, изучающих дисциплину «Системы водоснабжения и водоотведения», очной и заочной форм обучения.

УДК 696.1
ББК 38.761

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2890-7 © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2025

ВВЕДЕНИЕ

В числе различных современных технологий, направленных на улучшение качества жизни, благоустройство населенных пунктов и развитие промышленности, водоснабжение занимает важное и почетное место.

Данное учебное пособие полностью соответствует рабочей программе по дисциплине «Системы водоснабжения и водоотведения».

В процессе изучения дисциплины обучающиеся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должны освоить принципы устройства систем внутреннего водоснабжения и водоотведения в зданиях, а также ознакомиться с основными материалами и оборудованием, используемыми при их установке.

В пособии представлены необходимые материалы для студентов как очной, так и заочной форм обучения, которые помогут в проектировании систем водоснабжения и водоотведения в рамках курсового проектирования. Также в пособии описан порядок выполнения работы и даны рекомендации по выбору систем водоснабжения и водоотведения.

При проектировании внутренних систем водоснабжения и водоотведения важно уделить особое внимание экономическому обоснованию всех принимаемых решений, которые должны соответствовать техническим условиям, правилам эксплуатации и исходным данным.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- q_0^{tot} – общий расход воды санитарно-техническим прибором, л/с;
 q_0^h – расход горячей воды санитарно-техническим прибором, л/с;
 q_0^c – расход холодной воды санитарно-техническим прибором, л/с;
 q_0^s – расход стоков от санитарно-технического прибора, л/с;
 q^{tot} – общий максимальный расчетный расход воды, л/с;
 q^h – максимальный расчетный расход горячей воды, л/с;
 q^c – максимальный расчетный расход холодной воды, л/с;
 q^s – максимальный расчетный расход сточных вод, л/с;
 $q_{0, hr}^{tot}$ – общий расход воды санитарно-техническим прибором, л/ч;
 $q_{0, hr}^h$ – расход горячей воды санитарно-техническим прибором, л/ч;
 $q_{0, hr}^c$ – расход холодной воды санитарно-техническим прибором, л/ч;
 $q_{hr, u}^{tot}$ – общая норма расхода воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л;
 $q_{hr, u}^h$ – норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления, л;
 $q_{hr, u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителем в час наибольшего потребления, л;
 q_{hr}^{tot} – общий максимальный часовой расход воды, м³;
 q_{hr}^h – максимальный часовой расход горячей воды, м³;
 q_{hr}^c – максимальный часовой расход холодной воды, м;
 q_T^{tot} – общий средний часовой расход воды, м³;
 q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³;
 q_T^c – средний часовой расход холодной воды, м³;
 q^{cir} – расчетный циркуляционный расход горячей воды в системе, л/с;

$q^{h, cir}$ – расчетный расход горячей воды с учетом циркуляционного, л/с;

q_u^{tot} – общий расход воды потребителем в сутки (смену), л;

q_u^h – расход горячей воды, л, потребителем в сутки (смену);

q_u^c – расход холодной воды, л, потребителем в сутки (смену);

$q^{st, w}$ – расчетный расход дождевых вод, л/с;

U – число водопотребителей;

N – число санитарно-технических приборов;

P – вероятность действия санитарно-технических приборов;

P_{hr} – вероятность использования санитарно-технических приборов в течение расчетного часа с одинаковыми водопотребителями;

i – удельные потери напора по длине на трение;

T – расчетное время потребления воды (сутки, смена), ч;

H_p – напор, давление, развиваемые насосной установкой, м вод. ст.;

H_{geom} – геометрическая высота подачи воды, от оси насоса до диктующего санитарно-технического прибора, м;

H_l – потери напора, давления на расчетном участке трубопровода, м вод. ст.;

$H_{l, tot}$ – сумма потерь напора на расчетном участке трубопровода, м вод. ст.;

H_g – наименьший гарантированный напор, давление в наружной водопроводной сети, м вод. ст.;

H_{cp} – избыточный напор, который следует погасить диафрагмой, м вод. ст.;

Q_h^{hr} – расход тепла на приготовление горячей воды в течение часа максимального водопотребления, ккал/ч (кВт);

Q_T^{hr} – расход тепла на приготовление горячей воды в течение среднего часа водопотребления, ккал/ч (кВт);

Q^{ht} – теплопотери трубопроводами на расчетном участке, ккал/ч (кВт);

v – скорость движения жидкости в трубопроводе, м/с.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

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

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с заданием, выдаваемым преподавателем, в котором приводятся исходные данные, необходимые для проектирования внутренних систем водоснабжения и водоотведения здания (см. прил. А). После изучения объекта проектирования необходимо приступить к выполнению курсовой работы в определенной последовательности: сначала решаются вопросы водоснабжения, а потом водоотведения здания.

Последовательность выполнения курсовой работы:

1. Анализ исходных данных.
2. Вычертить планы типового этажа и подвала в масштабе 1:100. Определить места расположения точек водоразбора и приема сточных вод.
3. На планах типового этажа выполнить трассировку систем водоснабжения и водоотведения.
4. На плане подвала (технического этажа) выполнить трассировку систем водоснабжения и водоотведения.
5. Составить балансовую таблицу водопотребления и водоотведения объекта проектирования.
6. Вычертить аксонометрическую схему системы холодного водоснабжения. Выбирается расчетное направление от места присоединения ввода к сети городского водопровода до самого удаленного и высокорасположенного водоразборного прибора.
7. Выполнить гидравлический расчет системы холодного водоснабжения, подобрать приборы учета воды.
8. Определяется требуемый напор, который сравнивается с гарантированным напором в наружной сети. На основании результатов сравнения принимается решение об установке и подборе повысительной насосной станции.
9. Для системы горячего водоснабжения аналогично системе холодного водоснабжения выполняют п. 6 – 8.
10. Вычертить аксонометрическую схему системы водоотведения с выпуском в колодец дворовой канализации.
11. Выполнить гидравлический расчет системы водоотведения.
12. Оформить расчетно-пояснительную записку и графическую часть работы.

Структура расчетно-пояснительной записки:

1. Содержание работы.
2. Характеристика объекта проектирования.
3. Проектирование системы холодного водоснабжения здания.
4. Проектирование системы горячего водоснабжения здания.
5. Проектирование системы внутренней канализации здания.
6. Заключение.
7. Список использованных источников.

В разделе «Характеристика объекта проектирования» приводятся краткое описание объекта, число квартир, количество проживающих, санитарно-техническое оборудование и т.д.

Графическая часть работы.

1. План типового этажа в масштабе 1:100.
2. План подвала в масштабе 1:100.
3. Аксонометрическая схема системы холодного водоснабжения.
4. Аксонометрическая схема системы горячего водоснабжения.
5. Аксонометрическая схема системы водоотведения.

При оформлении графического материала необходимо строительную часть здания вычерчивать тонкими линиями, а проектируемые трубопроводы внутренних систем – основными. На схемах элементы систем изображают условными графическими обозначениями в соответствии с ГОСТом.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ

Системы водоснабжения должны обеспечивать подачу воды, соответствующую расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов [1].

Для гидравлического расчета водопроводов и выбора оборудования следует использовать следующие расчетные расходы горячей (холодной) воды [2]:

- максимальный секундный расход воды, л/с;
- максимальный часовой расход воды, м³/ч;
- средний часовой расход воды, м³/ч;
- минимальный часовой расход воды, м³/ч;
- расход воды в сутки со средним за год водопотреблением, м³/сут.

Максимальный секундный расход воды [2]

$$q = 5q_0\alpha,$$

где q_0 – секундный расход воды водоразборным прибором, л/с;
 α – коэффициент для расчета секундного расхода воды в зависимости от общего числа водоразборных приборов на участке и вероятности их действия.

Секундный расход воды (общий, горячей или холодной), л/с, водоразборной арматурой (прибором), отнесенный к одному прибору, следует определять:

- для отдельных приборов в соответствии с табл. Б.1 прил. Б;
- для различных приборов, обслуживающих одинаковых водопотребителей на расчетном участке тупиковой сети в соответствии с табл. Б.2 прил. Б;
- для различных приборов, используемых разными водопотребителями, на расчетном участке тупиковой сети:

$$q_0 = \frac{\sum_{i=1}^m NP_i q_{0,i}}{\sum_{i=1}^m NP_i}.$$

В жилых и общественных зданиях, по которым отсутствуют данные о расходах воды и технических характеристиках санитарно-технических приборов, секундные расходы воды допускается принимать равными

$$q_0^{tot} = 0,3 \text{ л/с}; \quad q_0^h = q_0^c = 0,2 \text{ л/с}.$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов P на отдельных участках сети:

- при одинаковых водопотребителях

$$P = \frac{q_{hr,u} U}{3600 q_0 N};$$

- при разных водопотребителях

$$P = \frac{\sum_{i=1}^m NP_i}{\sum_{i=1}^m N_i};$$

- при отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов при одинаковых водопотребителях

$$NP_{hr} = \frac{q_{hr,u} U}{3600 q_0};$$

- при отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов при разных водопотребителях

$$NP = \sum_{i=1}^m NP_i.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов P_{hr} для системы в целом

$$P_{hr} = \frac{3600 P q_0}{q_{0,hr}}.$$

При отсутствии данных о числе санитарно-технических приборов для определения коэффициента α_{hr} используют значение

$$NP_{hr} = \frac{3600 NP q_0}{q_{0,hr}}.$$

Расход воды на конечных участках сети следует принимать по расчету, но не меньше максимального секундного расхода воды одним из установленных санитарно-технических приборов.

Максимальный секундный расход стоков следует рассчитывать как сумму максимального секундного расхода воды и максимального секундного расхода стоков от прибора с максимальным водоотведением [2]

$$q^s = q^{tot} + q_0^s,$$

где q_0^s – максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с.

Максимальный часовой расход воды [2]

$$q_{hr} = 0,005q_{0,hr}\alpha_{hr}.$$

Часовой расход воды следует определять:

- при одинаковых водопотребителях – в соответствии с табл. Б.1 прил. Б, для каждой группы водопотребителей;
- при различных водопотребителях

$$q_{0,hr} = \frac{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i}}.$$

Средний часовой расход воды за период водопотребления [2]

$$q_T = \frac{\sum_{i=1}^m U_i q_{m,u,i}}{1000T}.$$

Минимальный часовой расход воды за период (сутки, смена) [2]

$$q_{hr,min} = q_T K_{min},$$

где K_{min} – минимальный коэффициент часовой неравномерности, определяемый по табл. 2.1 в зависимости от максимального коэффициента часовой неравномерности.

Максимальный коэффициент часовой неравномерности

$$K_{max} = \frac{q_{hr}^{tot}}{q_T}.$$

2.1. Коэффициенты часовой неравномерности

$K_{\max}$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
$K_{\min}$	1,0	0,74	0,54	0,4	0,29	0,21	0,14	0,1	0,07	0,04

Расчетный расход тепла для нагрева горячей воды Q_T^h (Q_{hr}^h), кВт, следует вычислять по формулам:

а) в течение среднего часа

$$Q_T^h = 1,16q_T^h(t^h - t^c) + Q^{ht};$$

б) в течение часа максимального потребления горячей воды

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(t^h - t^c) + Q^{ht},$$

где t^h – температура в местах водоразбора, °С; t^c – температура на входе в водонагреватель, °С; Q^{ht} – потери теплоты подающим и циркуляционным трубопроводами системы горячего водоснабжения, кВт.

Потери теплоты подающим и циркуляционным трубопроводами можно учесть приближенно:

$$Q^{ht} = kQ_T^h,$$

где Q_T^h – среднечасовой расход тепла на нужды горячего водоснабжения; k – коэффициент, учитывающий потери тепла трубопроводами систем горячего водоснабжения (табл. 2.2).

2.2. Значение коэффициента k

Система горячего водоснабжения	Централизованная	Децентрализованная
<i>С изолированными стояками</i>		
С полотенцесушителями	0,25	0,2
Без полотенцесушителей	0,15	0,1
<i>С неизолированными стояками</i>		
С полотенцесушителями	0,35	0,3
Без полотенцесушителей	0,25	0,2

Пример 2.1. Составить водный баланс жилого дома, в котором проживает 200 человек. Квартиры оборудованы централизованным водопроводом, канализацией и ванными с проточными водонагревателями.

На первом этаже жилого дома находится магазин продовольственных товаров. Количество работников магазина 8 человек.

Нормы расхода воды различными потребителями определяются по СП 30.13330.

Решение.

1. Максимальные секундные расходы.

Находим произведение NP для каждой группы водопотребителей с учетом отсутствия данных о числе санитарно-технических приборов:

$$NP_1^c = \frac{q_{hr,1}^c U_1}{3600 q_{0,1}^c} = \frac{(15,6 - 8,5) \cdot 200}{3600 \cdot 0,3} = 1,315;$$

$$NP_2^c = \frac{q_{hr,2}^c U_2}{3600 q_{0,2}^c} = \frac{(4 - 1,7) \cdot 8}{3600 \cdot 0,2} = 0,026;$$

$$NP_1^h = \frac{q_{hr,1}^h U_1}{3600 q_{0,1}^h} = \frac{8,5 \cdot 200}{3600 \cdot 0,3} = 1,574;$$

$$NP_2^h = \frac{q_{hr,2}^h U_2}{3600 q_{0,2}^h} = \frac{1,7 \cdot 8}{3600 \cdot 0,2} = 0,019.$$

Находим сумму произведений NP при условии наличия разнородных водопотребителей в жилом доме:

$$NP^c = \sum_{i=1}^m NP_i^c = NP_1^c + NP_2^c = 1,315 + 0,026 = 1,341;$$

$$NP^h = \sum_{i=1}^m NP_i^h = NP_1^h + NP_2^h = 1,574 + 0,019 = 1,593.$$

По приложению СП 30.13330 находим значение коэффициента α :

$$NP^c = 1,341 \Rightarrow \alpha^c = 1,143;$$

$$NP^h = 1,593 \Rightarrow \alpha^h = 1,262.$$

Определим средневзвешенные значения часового расхода воды водоразборной арматурой, отнесенные к одному прибору:

$$q_0^c = \frac{\sum_{i=1}^m NP_i q_{0,i}}{\sum_{i=1}^m NP_i} = \frac{NP_1^c q_{0,1} + NP_2^c q_{0,2}}{NP_1^c + NP_2^c} = \frac{1,315 \cdot 0,3 + 0,026 \cdot 0,2}{1,315 + 0,026} = 0,298 \text{ л/с};$$

$$q_0^h = \frac{\sum_{i=1}^m NP_i q_{0,i}}{\sum_{i=1}^m NP_i} = \frac{NP_1^h q_{0,1} + NP_2^h q_{0,2}}{NP_1^h + NP_2^h} = \frac{1,574 \cdot 0,3 + 0,019 \cdot 0,2}{1,574 + 0,019} = 0,299 \text{ л/с.}$$

Определим максимальные секундные расходы воды:

$$q^c = 5q_0^c \alpha^c = 5 \cdot 0,298 \cdot 1,143 = 1,703 \text{ л/с};$$

$$q^h = 5q_0^h \alpha^h = 5 \cdot 0,299 \cdot 1,262 = 1,887 \text{ л/с};$$

$$q^{tot} = q^c + q^h = 1,703 + 1,887 = 3,59 \text{ л/с.}$$

Определим максимальный секундный расход стоков:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 3,59 + 1,6 = 5,19 \text{ л/с.}$$

2. Максимальные часовые расходы.

Находим произведение NP для каждой группы водопотребителей:

$$NP_{hr,1}^c = \frac{3600 NP_1^c q_{0,1}^c}{q_{0,hr,1}^c} = \frac{3600 \cdot 1,315 \cdot 0,3}{300} = 4,734;$$

$$NP_{hr,2}^c = \frac{3600 NP_2^c q_{0,2}^c}{q_{0,hr,2}^c} = \frac{3600 \cdot 0,026 \cdot 0,2}{200} = 0,0936;$$

$$NP_{hr,1}^h = \frac{3600 NP_1^h q_{0,1}^h}{q_{0,hr,1}^h} = \frac{3600 \cdot 1,574 \cdot 0,3}{300} = 5,6664;$$

$$NP_{hr,2}^h = \frac{3600 NP_2^h q_{0,2}^h}{q_{0,hr,2}^h} = \frac{3600 \cdot 0,019 \cdot 0,2}{200} = 0,0684.$$

Находим сумму произведений NP_{hr} при условии наличия разнородных водопотребителей в жилом доме:

$$NP_{hr}^c = \sum_{i=1}^m NP_i^c = NP_{hr,1}^c + NP_{hr,2}^c = 1,351 + 0,026 = 4,828;$$

$$NP_{hr}^h = \sum_{i=1}^m NP_i^h = NP_{hr,1}^h + NP_{hr,2}^h = 1,574 + 0,019 = 5,735.$$

По приложению СП 30.13330 находим значение коэффициента α_{hr} :

$$NP_{hr}^c = 4,828 \Rightarrow \alpha_{hr}^c = 2,483;$$

$$NP_{hr}^h = 5,735 \Rightarrow \alpha_{hr}^h = 2,77.$$

Средневзвешенные значения часового расхода воды водоразборной арматурой, отнесенные к одному прибору:

$$\begin{aligned} q_{0,hr}^c &= \frac{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i}} = \frac{NP_{hr,1}^c q_{0,hr,1} + NP_{hr,2}^c q_{0,hr,2}}{NP_{hr,1}^c + NP_{hr,2}^c} = \\ &= \frac{1,315 \cdot 300 + 0,026 \cdot 200}{1,315 + 0,026} = 298 \text{ м}^3/\text{ч}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{0,hr}^h &= \frac{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i} q_{0,hr,i}}{\sum_{i=1}^m NP_{hr,i}} = \frac{NP_{hr,1}^h q_{0,hr,1} + NP_{hr,2}^h q_{0,hr,2}}{NP_{hr,1}^h + NP_{hr,2}^h} = \\ &= \frac{1,574 \cdot 300 + 0,019 \cdot 200}{1,574 + 0,019} = 299 \text{ м}^3/\text{ч}. \end{aligned}$$

Определим максимальные часовые расходы воды:

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{0,hr}^c \alpha_{hr}^c = 0,005 \cdot 298 \cdot 2,483 = 3,7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \alpha_{hr}^h = 0,005 \cdot 299 \cdot 2,77 = 4,141 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^{tot} = q_{hr}^c + q_{hr}^h = 3,7 + 4,141 = 7,841 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определим максимальный часовой расход стоков:

$$q_{hr}^s = q_{hr}^{tot} = 7,841 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Суточные расходы воды:

$$Q_{сут,m}^c = \frac{\sum_{i=1}^m U_i q_{m,u,i}}{1000} = \frac{U_1 q_{m,u,1}^c + U_2 q_{m,u,2}^c}{1000} =$$

$$= \frac{200 \cdot (250 - 85) + 8 \cdot (30 - 10,2)}{1000} = 33,158 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{сут,m}^h = \frac{\sum_{i=1}^m U_i q_{m,u,i}}{1000} = \frac{U_1 q_{m,u,1}^h + U_2 q_{m,u,2}^h}{1000} =$$

$$= \frac{200 \cdot 85 + 8 \cdot 10,2}{1000} = 17,082 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{сут,m}^{tot} = Q_{сут,m}^c + Q_{сут,m}^h = 33,158 + 17,082 = 50,24 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Определим суточный расход стоков.

$$q_{hr}^s = Q_{сут,m}^{tot} = 50,24 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

4. Составим балансовую таблицу водопотребления и водоотведения.

2.3. Баланс водопотребления и водоотведения

Наименование системы	Расчетный расход		
	м³/сут	м³/ч	л/с
Водоснабжение	50,240	7,841	3,590
Холодное водоснабжение (В1)	33,158	3,700	1,703
Горячее водоснабжение (Г3)	17,082	4,141	1,887
Бытовая канализация (К1)	50,240	7,841	5,190

Пример 2.2. Определить основные показатели водопотребления для жилого дома с числом квартир 280 и средней заселенностью 4,0 чел./м². Горячее водоснабжение центральное. В каждой квартире установлены ванны оборудованные душем, кухонная мойка, умывальник и унитаза.

Нормы расхода воды определяются по СП 30.13330.

Решение.

1. Определим количество водоразборных устройств в здании:

$$N^{tot} = N^c = 4 \cdot 280 = 1120 \text{ шт.};$$

$$N^h = 3 \cdot 280 = 840 \text{ шт.}$$

2. Вычислим количество потребителей:

$$U = u_0 n_{\text{кв}} = 4,0 \cdot 280 = 1120 \text{ чел.}$$

3. Определим секундную вероятность действия приборов:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} U}{3600 N^{tot} q_0^{tot}} = \frac{15,6 \cdot 1120}{3600 \cdot 1120 \cdot 0,3} = 0,0144;$$

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c U}{3600 N^c q_0^c} = \frac{5,6 \cdot 1120}{3600 \cdot 1120 \cdot 0,2} = 0,0078;$$

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h U}{3600 N^h q_0^h} = \frac{10 \cdot 1120}{3600 \cdot 840 \cdot 0,2} = 0,0185.$$

4. Находим значение произведения NP и по СП 30.13330 находим значение коэффициента α :

$$NP^{tot} = 1120 \cdot 0,0144 = 16,128 \Rightarrow \alpha^{tot} = 5,856;$$

$$NP^c = 1120 \cdot 0,0078 = 8,736 \Rightarrow \alpha^c = 3,749;$$

$$NP^h = 840 \cdot 0,0185 = 15,54 \Rightarrow \alpha^h = 5,696.$$

5. Определим максимальные расчетные секундные расходы:

$$q^{tot} = 5 q_0^{tot} \alpha^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 5,856 = 8,784 \text{ л/с};$$

$$q^c = 5 q_0^c \alpha^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 3,749 = 1,703 \text{ л/с};$$

$$q^h = 5 q_0^h \alpha^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 5,696 = 5,696 \text{ л/с}.$$

6. Определим часовую вероятность действия приборов:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600P^{tot}q_0^{tot}}{q_{0,hr}^{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,0144 \cdot 0,3}{300} = 0,0518;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600P^cq_0^c}{q_{0,hr}^c} = \frac{3600 \cdot 0,0078 \cdot 0,2}{200} = 0,028;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600P^hq_0^h}{q_{0,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,0185 \cdot 0,2}{200} = 0,0666.$$

7. Находим значение произведения NP_{hr} и по СП 30.13330 находим значение коэффициента α_{hr} :

$$NP_{hr}^{tot} = 1120 \cdot 0,0518 = 58,016 \Rightarrow \alpha_{hr}^{tot} = 16,224;$$

$$NP_{hr}^c = 1120 \cdot 0,028 = 31,36 \Rightarrow \alpha_{hr}^c = 9,797;$$

$$NP_{hr}^h = 840 \cdot 0,0666 = 55,944 \Rightarrow \alpha_{hr}^h = 15,727.$$

8. Определим максимальные расчетные часовые расходы:

$$q_{hr}^{tot} = 5q_{hr}^{tot}\alpha_{hr}^{tot} = 5 \cdot 300 \cdot 16,224 = 24336 \text{ л/ч};$$

$$q_{hr}^c = 5q_{hr}^c\alpha_{hr}^c = 5 \cdot 200 \cdot 9,797 = 9797 \text{ л/ч};$$

$$q_{hr}^h = 5q_{hr}^h\alpha_{hr}^h = 5 \cdot 200 \cdot 15,727 = 15727 \text{ л/ч}.$$

2.2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Гидравлический расчет необходимо выполнять для решения вопросов конструирования систем водоснабжения. В результате выполнения гидравлического расчета определяются оптимальные диаметры труб, выполняется оценка потерь напора в них, устанавливается значение необходимого напора, который обеспечит бесперебойное водоснабжение потребителей.

Результат гидравлического расчета водопроводной сети удобно представлять в табличной форме, например табл. 2.4 и 2.5.

2.4. Исходные данные для расчета

Водопотребители	Число водо- потребителей U , чел.	Число приборов N , шт.	Норма расхода воды, л						Расход воды прибором, л/сут		
			В сутки наибольшего водопотребления			В час наибольшего водопотребления			общая q_0^{tot}	холодной q_0^c	горячей q_0^h
			общая q_u^{tot}	холодной q_u^c	горячей q_u^h	общая q_{hr}^{tot}	холодной q_{hr}^c	горячей q_{hr}^h			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

2.5. Гидравлический расчет

Номер расчетного участка	Количество водоразборных приборов N , шт.	Число водо- потребителей U , чел.	Вероятность действия приборов P	NP	α	Расчетный расход на участке q , л/с	Диаметр трубопровода d , мм	Длина расчетного участка l , м	Скорость движения воды v , м/с	Удельные потери напора i , м	il	k_l	Общие потери напора, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

2.2.1. Определение диаметров труб и потерь напора

Для расчета внутренних сетей водопроводов используют таблицу [3], в которой приведены значения удельных потерь напора i , скорости движения воды v в зависимости от расчетного расхода q^c и принимаемого диаметра трубопровода d .

Диаметры труб подбираются по нормативным значениям скоростей. Линейные потери напора в сети

$$\sum_{i=1}^m H_{l_i} = \sum_{i=1}^m i l_i ,$$

где i – удельные потери напора, м, принимаемые по [3] или [4]; l – длина расчетного участка, м.

Величина потерь напора в сети

$$\sum_{i=1}^m H_{l_i}^{tot} = \sum_{i=1}^m H_{l_i} (1 + k_l) + h ,$$

где k_l – коэффициент, учитывающий местные сопротивления, значение которого принимается равным: 0,3 – в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий; h – потеря напора в счетчике воды, м.

Пример 2.3. Определить линейные потери напора на участке водопровода, расчетный расход на котором $q = 7,0$ л/с. Геометрические характеристики водопровода: внутренний диаметр $d = 70$ мм, длина участка $l = 70$ м.

Расчет выполнить для всех материалов труб, применяемых в системах водоснабжения.

Решение.

Расчет выполним по таблицам Ф. А. Шевелева [3].

1. Для стальных водогазопроводных труб при $d = 70$ [3, с. 21] находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$.

$$1000i = 147,4 \text{ мм вод. ст./м.}$$

Потери напора

$$H_l = 1000i \cdot \frac{l}{1000} = 147,4 \cdot \frac{70}{1000} = 10,318 \text{ м.}$$

2. Для стальных электросварных труб при $d = 75$ [3, с. 28] находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$.

$$1000i = 45,5 \text{ мм вод. ст./м.}$$

Потери напора

$$H_l = 1000i \cdot \frac{l}{1000} = 45,5 \cdot \frac{70}{1000} = 3,413 \text{ м.}$$

3. Для чугунных труб при $d = 80$ [3, с. 55] находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$

$$1000i = 46,7 \text{ мм вод. ст./м.}$$

Потери напора

$$H_l = 1000i \cdot \frac{l}{1000} = 46,7 \cdot \frac{70}{1000} = 3,74 \text{ м.}$$

4. Для асбестоцементных труб при $d = 75$ [3, с. 77] находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$.

$$1000i = 38,4 \text{ мм вод. ст./м.}$$

Потери напора

$$H_l = 1000i \cdot \frac{l}{1000} = 38,4 \cdot \frac{70}{1000} = 2,88 \text{ м.}$$

5. Для полиэтиленовых труб при $d = 75$ [3, с. 103] находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$.

$$1000i = 98,0 \text{ мм вод. ст./м.}$$

Потери напора

$$H_l = 1000i \cdot \frac{l}{1000} = 98 \cdot \frac{70}{1000} = 7,35 \text{ м.}$$

2.2.2. Подбор счетчиков воды

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать исходя из среднечасового расхода воды за сутки, который не должен превышать эксплуатационный расход, принимаемый по табл. 2.6.

Среднечасовой расход холодной воды за сутки

$$q_T = \frac{\sum_{i=1}^m U_i q_{m,u,i}}{1000 \cdot 24},$$

где $q_{m,u,i}$ — норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л.

2.6. Характеристики счетчиков воды

Тип счетчика	Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
		эксплуатационный расход воды, м³/ч	расчетные среднесуточные расходы воды, м³/сут	порог чувствительности, м³/ч, не более	максимальный объем воды за сутки, м³	гидравлическое сопротивление счетчика S при расходе	
						м³/ч	л/с
Крыльчатые ГОСТ 16019–83	15	1,2	3...10	0,015	45	1,11	14,4
	20	2	9...25	0,025	70	0,4	8,18
	25	2,8	24...35	0,035	100	0,204	2,6
	32	4	34...50	0,05	140	0,1	1,3
	40	6,4	49...78	0,08	230	0,039	0,5
	50	12	77...150	0,15	450	0,011	0,143
Турбинные ГОСТ 14167–83	65	17	148...410	0,6	610	0,0063	$810 \cdot 10^{-5}$
	80	36	400...680	0,7	1300	0,002	$246 \cdot 10^{-5}$
	100	65	650...900	1,2	2350	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$766 \cdot 10^{-5}$

Потери давления в счетчике $h_{сч}$, м, при расчетном секундном расходе воды q , л/с:

$$h_{сч} = Sq^2,$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)², при расчетном секундном расходе (табл. 2.6).

Потери напора при пропуске воды на хозяйственно-питьевые нужды в крыльчатых счетчиках не должны превышать 5 м, в турбинных – 1 м.

Пример 2.4. Для условий примера 2.2 подобрать водомеры для холодной и горячей воды для поквартирных подводок и для всего здания в целом. Определить потери напора в них.

Решение.

Методика подбора счетчиков воды описана в СП 30.13330. Подберем водомер для холодной воды, устанавливаемый на все здание. Остальные водомеры подбираются аналогично.

1. Устанавливаем среднечасовой расход холодной воды на все здание:

$$q_T^c = \frac{q_u^c U}{1000 \cdot 24} = \frac{180 \cdot 1120}{1000 \cdot 24} = 8,4 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q_u^c – норма расхода холодной воды в сутки наибольшего водопотребления, которая определяется как

$$q_u^c = q_u^{tot} - q_u^h = 300 - 120 = 180 \text{ л/сут},$$

где q_u^{tot} , q_u^h – соответственно нормы общего расхода и горячей воды в сутки наибольшего водопотребления, которые определяются по СП 30.13330.

2. Подбираем водомер с диаметром условного прохода 50 мм и проверяем его на пропуск максимального секундного расхода холодной воды $q^c = 3,749$ л/с (из примера 2.2). Определяем потери напора в водомере и сравниваем их с максимально допустимыми:

$$h_{dy50} = S q^2 = 0,143 \cdot 3,749 = 2,01 \text{ м}.$$

Так как $2,01 < 5,0$ м, принимаем к установке крыльчатый счетчик с $D_y = 50$ мм.

3. Устанавливаем среднечасовой расход горячей воды на все здание:

$$q_T^h = \frac{q_u^h U}{1000 \cdot 24} = \frac{120 \cdot 1120}{1000 \cdot 24} = 5,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Подбираем водомер с диаметром условного прохода 40 мм и проверяем его на пропуск максимального секундного расхода горячей воды $q^h = 5,696$ л/с (из примера 2.2). Определяем потери напора в водомере и сравниваем их с максимально допустимыми:

$$h_{dy40} = S q^2 = 0,5 \cdot 5,696 = 22 \text{ м}.$$

Так как $22 > 5$ м, увеличим калибр счетчика и повторим расчет:

$$h_{d,50} = Sq^2 = 0,143 \cdot 5,696 = 4,64 \text{ м.}$$

Так как $4,64 < 5,0$ м, примем к установке крыльчатый счетчик с $Dy = 50$ мм.

5. Установим среднечасовой расход холодной воды на одну квартиру:

$$q_T^c = \frac{q_u^c U}{1000 \cdot 24} = \frac{180 \cdot 4}{1000 \cdot 24} = 0,03 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

6. Из условий примера 2.2 для одной квартиры находим значение произведения NP и по СП 30.13330 определим значение коэффициента α :

$$NP^c = 4 \cdot 0,0078 = 0,0312 \Rightarrow \alpha^c = 0,2394.$$

Определим максимальный секундный расход холодной воды:

$$q^c = 5q_0^c \alpha^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2394 = 0,2394 \text{ л/с.}$$

Подберем водомер с диаметром условного прохода 15 мм и проверим его на пропуск максимального секундного расхода холодной воды. Определим потери напора в водомере и сравним их с максимально допустимыми:

$$h_{d,15} = Sq^2 = 14,5 \cdot 0,239 = 0,83 \text{ м.}$$

Так как $0,83 < 5,0$ м, примем к установке крыльчатый счетчик с $Dy = 15$ мм.

7. Установим среднечасовой расход горячей воды на одну квартиру:

$$q_T^h = \frac{q_u^h U}{1000 \cdot 24} = \frac{120 \cdot 3}{1000 \cdot 24} = 0,015 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

8. Из условий примера 2.2 для одной квартиры находим значение произведения NP и по СП 30.13330 определим значение коэффициента α^h :

$$NP^h = 3 \cdot 0,0185 = 0,0555 \Rightarrow \alpha^h = 0,2817.$$

Определим максимальный секундный расход горячей воды:

$$q^h = 5q_0^h \alpha^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2817 = 0,282 \text{ л/с.}$$

Подбираем водомер с диаметром условного прохода 15 мм и проверяем его на пропуск максимального секундного расхода горячей воды. Определяем потери напора в водомере и сравниваем их с максимально допустимыми:

$$h_{d15} = Sq^2 = 14,5 \cdot 0,282 = 1,15 \text{ м.}$$

Так как $1,15 < 5,0$ м, принимаем к установке крыльчатый счетчик с $Dy = 15$ мм.

2.2.3. Определение требуемого напора

Требуемый напор для систем внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода определяют по формуле

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{geom}} + \sum H_{\text{il}} + H_{\text{пр}} + \sum H_{\text{вод}} + H_{\text{тепл}} + H_l^{\text{ввод}},$$

где H_{geom} – геометрическая высота, м; $\sum H_{\text{il}}$ – сумма потерь напора на всех участках трубопровода диктующего направления, м; $H_{\text{пр}}$ – напор перед диктующим прибором, м; $\sum H_{\text{вод}}$ – потери напора в узлах учета, м; $H_{\text{тепл}}$ – потери напора в теплообменнике, м; $H_l^{\text{ввод}}$ – потери напора на вводе водопровода, м.

Для определения необходимости установки повысительного насоса требуемый напор $H_{\text{тр}}$ сопоставляют с гарантийным напором H_g . Если $H_g < H_{\text{тр}}$, необходимо установить повысительный насос, однако если $H_{\text{тр}} - H_g = 1..1,5$ м, то можно изменить диаметр труб на отдельных участках с последующим перерасчетом требуемого напора.

Пример 2.5. Рассчитать сеть внутреннего водопровода 8-этажного жилого дома с центральным горячим водоснабжением (рис. 2.1). Средняя заселенность квартир 2,5 чел./м². Полная высота этажа 2,9 м. Приготовление горячей воды осуществляется в подвале дома.

Разность отметок пола первого этажа ∇_1 и уровня земли ∇_0 в месте присоединения ввода к уличной водопроводной сети $(\nabla_1 - \nabla_0) = 1,2$ м.

Гарантийный напор в городском водопровode $H_g = 38$ м вод. ст.

Нормы расхода воды определяются по СП 30.13330.

Решение.

Вероятность действия приборов на каждом расчетном участке

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

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода холодной воды потребителями в час наибольшего водопотребления; U – число водопотребителей, шт.; q_0^c – нормативный расход холодной воды диктующим водоразборным устройством, л/с; N – число водоразборных приборов в здании, шт.

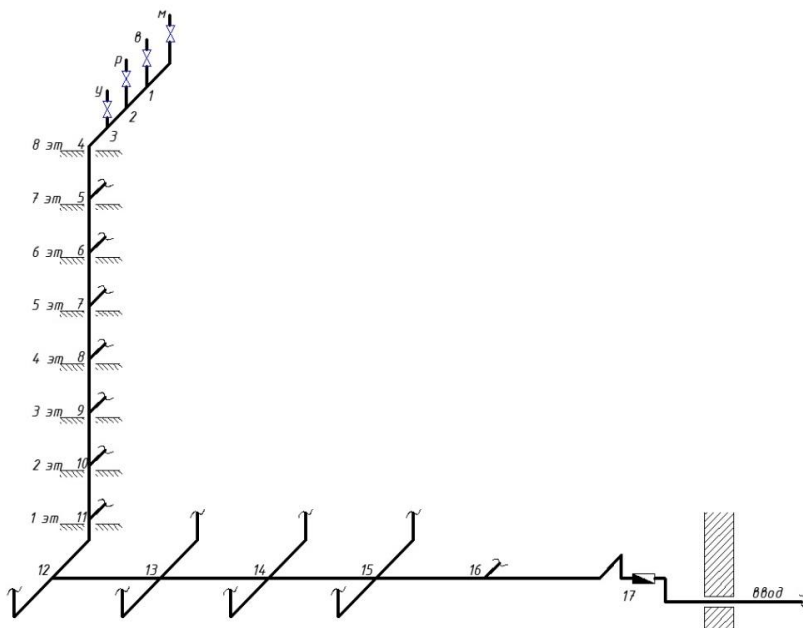


Рис. 2.1. Сеть внутреннего водопровода:

у – унитаз; р – раковина; в – ванная; м – мойка.

Длины участков: $l_{B-1} = 2,1$ м; $l_{1-2} = 0,8$ м; $l_{2-3} = 1,4$ м; $l_{3-4} = 0,5$ м;
 $l_{4-5} = 2,9$ м; $l_{5-6} = 2,9$ м; $l_{6-7} = 2,9$ м; $l_{7-8} = 2,9$ м; $l_{8-9} = 2,9$ м;
 $l_{9-10} = 2,9$ м; $l_{10-11} = 2,9$ м; $l_{11-12} = 4,3$ м; $l_{12-13} = 6,7$ м; $l_{13-14} = 7,0$ м;
 $l_{14-15} = 6,7$ м; $l_{15-16} = 7,0$ м; $l_{16-17} = 9,0$ м; $l_{Ввод} = 17$ м

Определим число водопотребителей:

$$U = u n_{\text{кв}} n_{\text{эт}},$$

где u – средняя заселенность квартир, чел./кв.; $n_{\text{кв}}$ – число квартир на этаже, равное числу стояков; $n_{\text{эт}}$ – количество этажей в жилом доме, шт.

$$U = 2,5 \cdot 8 \cdot 8 = 160 \text{ чел.}$$

Число водоразборных приборов в здании

$$N = n_{\text{пр}} n_{\text{кв}} n_{\text{эт}},$$

где $n_{\text{пр}}$ – количество водоразборных приборов в одной квартире.

$$N = 4 \cdot 8 \cdot 8 = 256 \text{ шт.}$$

Тогда

$$P^c = \frac{2,6 \cdot 160}{0,2 \cdot 256 \cdot 3600} = 0,00486.$$

Определим для общих участков секундную вероятность действия приборов

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

где $q_{\text{hr},u}^{\text{tot}}$ – общая норма расхода воды, л/ч; q_0^{tot} – общий нормативный расход воды одним прибором, л/с.

$$P^{\text{tot}} = \frac{15,6 \cdot 160}{0,3 \cdot 256 \cdot 3600} = 0,009.$$

Определите расход воды на каждом участке:

$$q^c = 5q_0\alpha,$$

где q_0 – нормативный расход воды прибором л/с; α – безразмерный коэффициент, зависящий от количества водоразборных приборов на данном участке и вероятности их действия.

Для каждого расчетного участка определяем значение произведения NP и по СП 30.13330 определяем значение коэффициента α , рассчитываем соответствующий расчетному участку максимальный секундный расход воды q^c или q^{tot} .

Ввод.

$$N = 256 \text{ шт.}$$

$$NP^{tot} = 256 \cdot 0,009 = 2,3 \Rightarrow \alpha = 1,563.$$

$$q_{\text{ввод}}^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,563 = 2,341 \text{ л/с.}$$

Участок 16–17.

$$N = 256 \text{ шт.}$$

$$NP^{tot} = 256 \cdot 0,009 = 2,3 \Rightarrow \alpha = 1,563.$$

$$q_{16-17}^{tot} = 5q_0^{tot} \alpha = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,563 = 2,341 \text{ л/с.}$$

Участок 15–16.

$$N = 4 \cdot 8 \cdot 8 = 256 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 256 \cdot 0,00486 = 1,244 \Rightarrow \alpha = 1,093.$$

$$q_{15-16}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 1,093 = 1,093 \text{ л/с.}$$

Участок 14–15.

$$N = 4 \cdot 6 \cdot 8 = 192 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 192 \cdot 0,00486 = 0,933 \Rightarrow \alpha = 0,933.$$

$$q_{14-15}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,933 = 0,933 \text{ л/с.}$$

Участок 13–14.

$$N = 4 \cdot 4 \cdot 8 = 128 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 128 \cdot 0,00486 = 0,622 \Rightarrow \alpha = 0,756.$$

$$q_{13-14}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,756 = 0,756 \text{ л/с.}$$

Участок 12–13.

$$N = 4 \cdot 2 \cdot 8 = 64 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 64 \cdot 0,00486 = 0,311 \Rightarrow \alpha = 0,543.$$

$$q_{12-13}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,543 = 0,543 \text{ л/с.}$$

Участок 11–12.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 8 = 32 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 32 \cdot 0,00486 = 0,156 \Rightarrow \alpha = 0,406.$$

$$q_{11-12}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,406 = 0,406 \text{ л/с.}$$

Участок 10–11.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 7 = 28 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 28 \cdot 0,00486 = 0,136 \Rightarrow \alpha = 0,383.$$

$$q_{10-11}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,383 = 0,383 \text{ л/с.}$$

Участок 9–10.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 6 = 24 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 24 \cdot 0,00486 = 0,117 \Rightarrow \alpha = 0,363.$$

$$q_{9-10}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,363 = 0,363 \text{ л/с.}$$

Участок 8–9.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 5 = 20 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 20 \cdot 0,00486 = 0,097 \Rightarrow \alpha = 0,34.$$

$$q_{8-9}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,34 = 0,34 \text{ л/с.}$$

Участок 7–8.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 4 = 16 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 16 \cdot 0,00486 = 0,078 \Rightarrow \alpha = 0,315.$$

$$q_{7-8}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,315 = 0,315 \text{ л/с.}$$

Участок 6–7.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 3 = 12 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 12 \cdot 0,00486 = 0,058 \Rightarrow \alpha = 0,286.$$

$$q_{6-7}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,286 = 0,286 \text{ л/с.}$$

Участок 5–6.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 2 = 8 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 8 \cdot 0,00486 = 0,039 \Rightarrow \alpha = 0,254.$$

$$q_{5-6}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,254 = 0,254 \text{ л/с.}$$

Участок 4–5.

$$N = 4 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 4 \cdot 0,00486 = 0,019 \Rightarrow \alpha = 0,213.$$

$$q_{4-5}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,213 = 0,213 \text{ л/с.}$$

Участок 3–4.

$$N = 4 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 0,019 \Rightarrow \alpha = 0,213.$$

$$q_{3-4}^c = q_{4-5}^c = 0,213 \text{ л/с.}$$

Участок 2–3.

$$N = 3 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 3 \cdot 0,00486 = 0,015 \Rightarrow \alpha = 0,202.$$

$$q_{2-3}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,202 = 0,202 \text{ л/с.}$$

Участок 1–2.

$$N = 2 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 2 \cdot 0,00486 = 0,01 \Rightarrow \alpha = 0,2.$$

$$q_{1-2}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ л/с.}$$

Участок В-1.

$$N = 1 \text{ шт.}$$

$$NP^c = 1 \cdot 0,00486 = 0,00486 \Rightarrow \alpha = 0,2.$$

$$q_{B-1}^c = 5q_0^c \alpha = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ л/с.}$$

Определим диаметр каждого расчетного участка трубопровода:

$$d_i = \sqrt{\frac{4q_i^c}{\pi v}},$$

где q_i^c – расчетный расход на участке, м³/с; v – скорость движения воды на участке, в первом приближении примем 1 м/с:

$$d_{B-1} = \sqrt{\frac{4q_{B-1}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,016 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{B-1} = 15 \text{ мм}$:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4q_{1-2}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,016 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{1-2} = 15 \text{ мм}$:

$$d_{2-3} = \sqrt{\frac{4q_{2-3}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,202 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,016 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{2-3} = 15$ мм:

$$d_{3-4} = \sqrt{\frac{4q_{3-4}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,213 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,016 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{3-4} = 15$ мм:

$$d_{4-5} = \sqrt{\frac{4q_{4-5}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,213 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,017 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{4-5} = 20$ мм:

$$d_{5-6} = \sqrt{\frac{4q_{5-6}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,254 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,018 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{5-6} = 20$ мм:

$$d_{6-7} = \sqrt{\frac{4q_{6-7}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,286 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,019 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{6-7} = 20$ мм:

$$d_{7-8} = \sqrt{\frac{4q_{7-8}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,315 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,02 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{7-8} = 20$ мм:

$$d_{8-9} = \sqrt{\frac{4q_{8-9}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,34 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,021 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{8-9} = 20$ мм:

$$d_{9-10} = \sqrt{\frac{4q_{9-10}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,363 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,022 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{9-10} = 20$ мм:

$$d_{10-11} = \sqrt{\frac{4q_{10-11}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,383 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,022 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{10-11} = 20$ мм:

$$d_{11-12} = \sqrt{\frac{4q_{11-12}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,406 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,023 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{11-12} = 32$ мм:

$$d_{12-13} = \sqrt{\frac{4q_{12-13}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,543 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,026 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{12-13} = 32$ мм:

$$d_{13-14} = \sqrt{\frac{4q_{13-14}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,756 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,031 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{13-14} = 32$ мм:

$$d_{14-15} = \sqrt{\frac{4q_{14-15}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,933 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,034 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{14-15} = 32$ мм:

$$d_{15-16} = \sqrt{\frac{4q_{15-16}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,093 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,038 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{15-16} = 50$ мм:

$$d_{16-17} = \sqrt{\frac{4q_{16-17}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,341 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,055 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{16-17} = 50$ мм:

$$d_{\text{ввод}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{ввод}}^c}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,341 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,055 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубопровода $d_{\text{ввод}} = 70$ мм.

По принятым диаметрам трубопровода d_i и расчетным расходам q_i^c находим значения удельных потерь напора $1000i$ и скорости движения воды v на каждом участке по таблице [3]. Результаты сведем в табл. 2.7.

2.7. Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Номер расчетного участка	Качество водоразборных приборов на участке N , шт.	NP	α	Расчетный расход на участке q , л/с	Диаметр трубопровода d , м	Длина расчетного участка l , м	Скорость движения воды v , м/с	Гидравлический уклон $1000i$, мм/м	Потеря напора по длине участка H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В-1	1	0,00486	0,2	0,2	15	2,1	1,18	0,3605	0,757
1–2	2	0,01	0,2	0,2	15	0,8	1,18	0,3605	0,288
2–3	3	0,015	0,202	0,202	15	1,4	1,19	0,3685	0,516
3–4	4	0,019	0,213	0,213	15	0,5	0,5	0,4125	0,206
4–5	4	0,019	0,213	0,213	20	2,9	0,66	0,0735	0,213
5–6	8	0,039	0,254	0,254	20	2,9	0,79	0,1141	0,331
6–7	12	0,058	0,286	0,286	20	2,9	0,9	0,142	0,412
7–8	16	0,078	0,315	0,315	20	2,9	0,99	0,1704	0,494
8–9	20	0,097	0,34	0,34	20	2,9	1,06	0,1961	0,569
9–10	24	0,117	0,363	0,343	20	2,9	1,13	0,2218	0,643
10–11	28	0,136	0,383	0,383	20	2,9	1,2	0,2455	0,712
11–12	32	0,156	0,406	0,406	32	4,3	0,43	0,018	0,077
12–13	64	0,311	0,543	0,543	32	6,7	0,56	0,0304	0,204
13–14	128	0,622	0,756	0,756	32	7	0,79	0,0557	0,39
14–15	192	0,933	0,933	0,933	32	6,7	0,97	0,0823	0,551
15–16	256	1,244	1,093	1,093	50	7	0,52	0,0153	0,107
16–17	256	2,3	1,563	2,341	50	9	1,1	0,0616	0,554
Ввод	256	2,3	1,563	2,341	70	17	0,67	0,018	0,306

Определим линейные потери напора:

$$H_l = 1000i \frac{l}{1000},$$

где l – длина расчетного участка, м; $1000i$ – гидравлический уклон, мм/м.

$$H_{B-1} = 1000i_{B-1} \cdot \frac{l_{B-1}}{1000} = 360,5 \cdot \frac{2,1}{1000} = 0,757 \text{ м};$$

$$H_{1-2} = 1000i_{1-2} \cdot \frac{l_{1-2}}{1000} = 360,5 \cdot \frac{0,8}{1000} = 0,288 \text{ м};$$

$$H_{2-3} = 1000i_{2-3} \cdot \frac{l_{2-3}}{1000} = 368,5 \cdot \frac{1,4}{1000} = 0,516 \text{ м};$$

$$H_{3-4} = 1000i_{3-4} \cdot \frac{l_{3-4}}{1000} = 412,5 \cdot \frac{0,5}{1000} = 0,206 \text{ м};$$

$$H_{4-5} = 1000i_{4-5} \cdot \frac{l_{4-5}}{1000} = 412,5 \cdot \frac{2,9}{1000} = 1,196 \text{ м};$$

$$H_{5-6} = 1000i_{5-6} \cdot \frac{l_{5-6}}{1000} = 114,1 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,331 \text{ м};$$

$$H_{6-7} = 1000i_{6-7} \cdot \frac{l_{6-7}}{1000} = 142 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,412 \text{ м};$$

$$H_{7-8} = 1000i_{7-8} \cdot \frac{l_{7-8}}{1000} = 170,4 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,494 \text{ м};$$

$$H_{8-9} = 1000i_{8-9} \cdot \frac{l_{8-9}}{1000} = 196,1 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,569 \text{ м};$$

$$H_{9-10} = 1000i_{9-10} \cdot \frac{l_{9-10}}{1000} = 221,8 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,643 \text{ м};$$

$$H_{10-11} = 1000i_{10-11} \cdot \frac{l_{10-11}}{1000} = 245,5 \cdot \frac{2,9}{1000} = 0,712 \text{ м};$$

$$H_{11-12} = 1000i_{11-12} \cdot \frac{l_{11-12}}{1000} = 274,1 \cdot \frac{4,3}{1000} = 1,179 \text{ м};$$

$$H_{12-13} = 1000i_{12-13} \cdot \frac{l_{12-13}}{1000} = 129,5 \cdot \frac{6,7}{1000} = 0,867 \text{ м};$$

$$H_{13-14} = 1000i_{13-14} \cdot \frac{l_{13-14}}{1000} = 55,7 \cdot \frac{7}{1000} = 0,39 \text{ м};$$

$$H_{14-15} = 1000i_{14-15} \cdot \frac{l_{14-15}}{1000} = 82,3 \cdot \frac{6,7}{1000} = 0,551 \text{ м};$$

$$H_{15-16} = 1000i_{15-16} \cdot \frac{l_{15-16}}{1000} = 110,6 \cdot \frac{7}{1000} = 0,774 \text{ м};$$

$$H_{16-17} = 1000i_{16-17} \cdot \frac{l_{16-17}}{1000} = 61,6 \cdot \frac{9}{1000} = 0,554 \text{ м};$$

$$H_{\text{ввод}} = 1000i_{\text{ввод}} \cdot \frac{l_{\text{ввод}}}{1000} = 61,6 \cdot \frac{17}{1000} = 1,047 \text{ м}.$$

Весь расчет водопровода сведем в табл. 2.7.

Рассчитаем расходы воды.

Максимальный суточный расход воды

$$Q_{\text{п_сут}}^{\text{tot}} = 0,001q_u^{\text{tot}}U,$$

где q_u^{tot} – общая норма расхода воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления; U – число водопотребителей, шт.

$$Q_{\text{п_сут}}^{\text{tot}} = 0,001 \cdot 300 \cdot 160 = 48 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средний часовой расход воды за сутки максимального водопотребления

$$q_T^{\text{tot}} = \frac{Q_{\text{п_сут}}^{\text{tot}}}{24} = \frac{48}{24} = 2 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Вероятность использования санитарно-технических приборов для системы в целом

$$P_{hr}^{\text{tot}} = \frac{3600 \cdot P^{\text{tot}} \cdot q_0^{\text{tot}}}{q_{0,hr}^{\text{tot}}} = \frac{3600 \cdot 0,009 \cdot 0,3}{300} = 0,032.$$

Находим значение произведения NP_{hr}^{tot} и по СП 30.13330 находим значение коэффициента α_{hr} :

$$NP_{hr}^{\text{tot}} = 256 \cdot 0,032 = 8,192 \Rightarrow \alpha_{hr} = 3,582.$$

Максимальный часовой расход воды

$$q_{hr}^{\text{tot}} = 0,005q_{0,hr}^{\text{tot}}\alpha_{hr} = 0,005 \cdot 300 \cdot 3,582 = 5,373 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Подбираем водомер с диаметром условного прохода 40 мм и гидравлическим сопротивлением счетчика:

$$S = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{л}^2/\text{с}^2}.$$

Определяем потери напора в водомере и сравниваем их с максимально допустимыми:

$$h_{dy40} = Sq^2 = 0,5 \cdot 1,492 = 1,13 \text{ м.}$$

Так как $1,13 > 0,5$ м, принимаем к установке крыльчатый счетчик с $Dy = 40$ мм.

Геометрическая высота подачи воды

$$H_{geom} = H_{эт}(n_{эт} - 1) + (\nabla_1 - \nabla_0) + l_{B-1},$$

где $H_{эт}$ – высота этажа, м; $n_{эт}$ – количество этажей, шт.; l_{B-1} – длина первого расчетного участка, м.

$$H_{geom} = 2,9 \cdot (8 - 1) + 1,2 + 2,1 = 23,6 \text{ м.}$$

Определяем величину требуемого напора:

$$H_{тр} = H_{geom} + h_{vv} + h_{вод} + 1,3 \sum H_{li} + H_p,$$

где $H_{г}$ – геометрическая высота подачи воды, м; $h_{вод}$ – потеря напора в водомере, м; h_{vv} – потеря напора на вводе, м; $\sum H_{li}$ – сумма потерь напора по длине, м; H_p – рабочий нормативный напор у диктующего водоразборного устройства, $H_p = 3,0$ м для ванны со смесителем; 1,3 – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях.

$$H_{тр} = 23,6 + 0,306 + 1,13 + 1,3 \cdot 7,024 + 3 = 37,2 \text{ м.}$$

Требуемый напор $H_{тр}$ сопоставляют с гарантийным напором H_g .

Так как $38 > 37,2$, значит действие системы внутреннего водоснабжения будет обеспечено за счет использования напора в уличной сети наружного водопровода.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В пояснительной записке курсовой работы приводят описание системы, расчетные формулы, проводят проверку пропускной способности одного из наиболее загруженных выпусков.

На планах типового этажа и подвала наносят канализационные стояки и отводные трубопроводы, нумеруют стояки и указывают диаметр, уклон и длину на всех участках трубопроводов (рис. 3.1, 3.2).

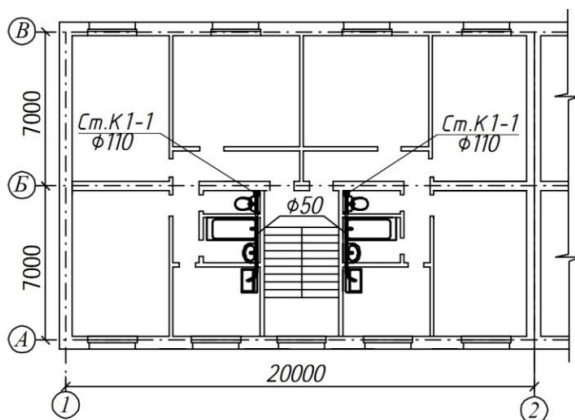


Рис. 3.1. План типового этажа

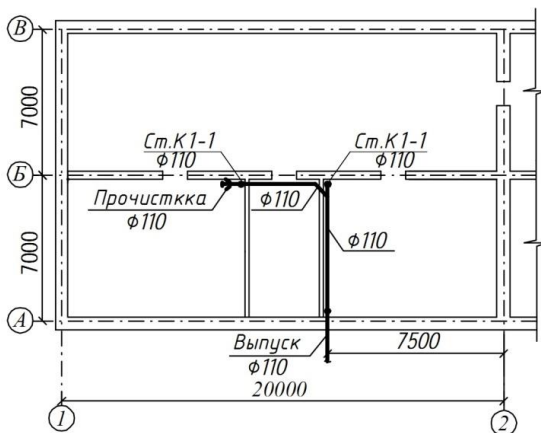


Рис. 3.2. План подвала

На плане подвала (рис. 3.2) показывают горизонтальные трубопроводы (выпуски), соединяющие ряд стояков с колодцем внутриквартальной канализации, показывают на этих участках необходимые прощитки, диаметры и уклоны.

Вычерчивают аксонометрическую схему. На каждом трубопроводе указывают диаметр, уклон, отметки (рис. 3.3).

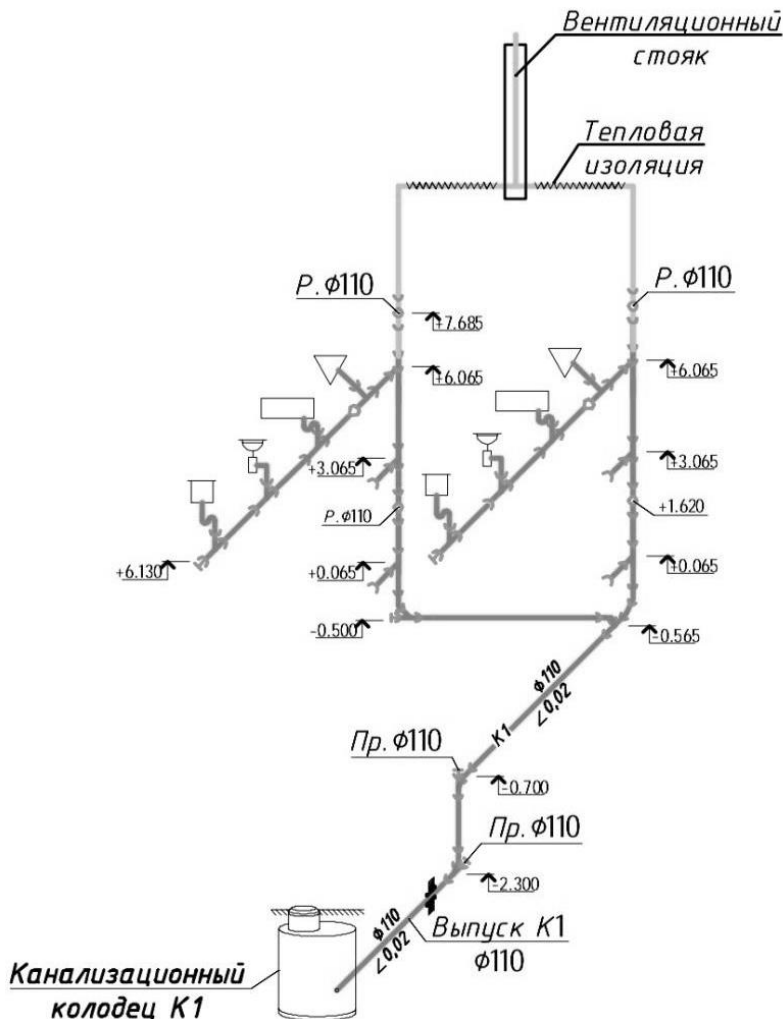


Рис. 3.3. Аксонометрическая схема хозяйственно-бытовой канализации

3.1. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Участки канализационной сети следует прокладывать прямолинейно, стремясь к более коротким участкам, с установкой прочисток на местах поворотов и в начальных точках трубопроводов. Для присоединения к стояку отводных трубопроводов, располагаемых под потолком, в подвалах, следует предусматривать косые крестовины и тройники [9].

Квартирные отводящие трубы задают конструктивно (без расчета) диаметром 100 мм – от унитазов с уклоном 0,02 и диаметром 50 мм – от моек, умывальников и ванн с уклоном 0,03 [1].

Канализационные стояки размещают вблизи приемников сточных вод. Канализационные трубы и стояки не следует размещать у наружных стен и в жилых помещениях. Диаметр вытяжной части канализационного стояка должен быть равен диаметру сточной части стояка. Допускается объединять по верху одной вытяжной частью несколько канализационных стояков. Сборный вентиляционный трубопровод укладывают с уклоном 0,01 в сторону стояков. На стояках на верхнем и первом этажах, и по высоте не реже чем через три этажа устанавливают ревизии.

Диаметр канализационного стояка надлежит принимать в зависимости от величины расчетного расхода сточной жидкости.

В таблицах 3.1 – 3.4 приведены данные по пропускной способности вентилируемых стояков.

В таблицах 3.5 – 3.8 приведены данные по пропускной способности невентилируемых стояков.

3.1. Пропускная способность вентилируемых стояков из поливинилхлоридных труб (ПВХ)

Наружный диаметр позажаных отводов, мм	Угол присоединения позажаных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм	
		50	110
50	45	1,10	8,22
	60	1,03	7,24
	87,5	0,69	4,83
110	45		5,85
	60	–	5,37
	87,5		3,58

3.2. Пропускная способность вентилируемых стояков из полипропиленовых труб (ПП)

Наружный диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм	
		50	110
40	45	1,23	8,95
	60	1,14	8,25
	87,5	0,76	5,50
50	45	1,10	8,40
	60	1,03	7,80
	87,5	0,69	5,20
110	45	—	5,90
	60	—	5,40
	87,5	—	3,60

3.3. Пропускная способность вентилируемых стояков из чугунных раструбных труб

Наружный диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм		
		50	100	150
50	45	0,96	6,26	19,9
	60	0,84	5,50	17,6
	87,5	0,56	3,67	11,7
100	45	—	5,50	14,5
	60	—	4,90	12,8
	87,5	—	3,20	8,62
150	45	—	—	12,6
	60	—	—	11,0
	87,5	—	—	7,20

3.4. Пропускная способность вентилируемых стояков из чугунных труб типа SML

Наружный диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм			
		DN50	DN100	DN125	DN150
DN50	45	1,42	7,79	12,94	20,01
	60	1,25	6,85	11,37	17,58
	87,5	0,87	4,76	7,91	12,23
DN100	45	—	5,79	9,61	14,86
	60	—	5,08	8,45	13,50
	87,5	—	3,54	5,88	9,08
DN125	45	—	—	8,80	13,01
	60	—	—	7,73	11,432
	87,5	—	—	5,38	7,95
DN150	45	—	—	—	12,60
	60	—	—	—	11,07
	87,5	—	—	—	7,70

3.5. Пропускная способность неветилируемых стояков из поливинилхлоридных труб (ПВХ)

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм		
		50	110	
		при диаметре поэтажных отводов, мм		
		50	50	110
1	45,0	1,8	9,5	10,6
	60,0	1,7	9,1	10,1
	87,5	1,65	8,4	9,5
2	45,0	1,12	5,8	6,8
	60,0	1,05	5,5	6,4
	87,5	0,97	4,95	5,9
3	45,0	0,8	4,0	5,0
	60,0	0,74	3,7	4,6
	87,5	0,65	3,3	4,1
4	45,0	0,6	3,0	3,7
	60,0	0,55	2,7	3,4
	87,5	0,48	2,4	3,0
5	45,0	0,6	2,25	3,0
	60,0	0,55	2,05	2,8
	87,5	0,48	1,85	2,4
6	45,0	0,6	1,85	2,35
	60,0	0,55	1,7	2,1
	87,5	0,48	1,5	1,8
7	45,0	0,6	1,55	2,0
	60,0	0,55	1,4	1,8
	87,5	0,48	1,2	1,6
8	45,0	0,6	1,3	1,7
	60,0	0,55	1,2	1,55
	87,5	0,48	1,0	1,4
9	45,0	0,6	1,1	1,15
	60,0	0,55	1,0	1,12
	87,5	0,48	0,85	1,1

3.6. Пропускная способность невентилируемых стояков из полипропиленовых труб (ПП)

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм				
		50		110		
		при диаметре поэтажных отводов, мм				
		40	50	40	50	110
1	45,0	1,6	1,8	8,8	9,5	10,6
	60,0	1,5	1,7	8,5	9,1	10,1
	87,5	1,4	1,65	8,0	8,4	9,5
2	45,0	0,96	1,12	5,4	5,8	6,8
	60,0	0,9	1,05	5,1	5,5	6,4
	87,5	0,88	0,97	4,7	4,95	5,9
3	45,0	0,72	0,8	3,8	4,0	5,0
	60,0	0,66	0,74	3,5	3,7	4,6
	87,5	0,58	0,65	3,2	3,3	4,1
4	45,0	0,5	0,6	2,8	3,0	3,7
	60,0	0,47	0,55	2,6	2,7	3,4
	87,5	0,4	0,48	2,3	2,4	3,0
5	45,0	0,5	0,6	2,1	2,25	3,0
	60,0	0,47	0,55	1,95	2,05	2,7
	87,5	0,4	0,48	1,8	1,85	2,4
6	45,0	0,5	0,6	1,8	1,85	2,35
	60,0	0,47	0,55	1,7	1,7	2,1
	87,5	0,4	0,48	1,4	1,5	1,8
7	45,0	0,5	0,6	1,42	1,55	2,0
	60,0	0,47	0,55	1,3	1,4	1,8
	87,5	0,4	0,48	1,07	1,2	1,6
8	45,0	0,5	0,6	1,2	1,3	1,7
	60,0	0,47	0,55	1,15	1,2	1,55
	87,5	0,4	0,48	0,96	1,0	1,4
9	45,0	0,5	0,6	1,04	1,1	1,15
	60,0	0,47	0,55	0,95	1,0	1,12
	87,5	0,4	0,48	0,8	0,85	1,1

3.7. Пропускная способность неветилируемых стояков из чугуных раструбных труб

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм					
		50	100		150		
		при диаметре поэтажных отводов, мм					
		50	50	110	50	100	150
1	45,0	1,55	8,0	9,6	17,0	19,0	20,0
	60,0	1,5	7,6	8,6	16,0	18,2	19,3
	87,5	1,4	7,0	8,0	15,0	16,9	18,0
2	45,0	1,0	5,0	6,0	10,0	12,0	13,0
	60,0	0,85	4,6	5,6	9,7	11,9	12,3
	87,5	0,87	4,2	5,2	8,5	10,0	11,0
3	45,0	0,65	3,4	4,3	7,0	8,1	9,0
	60,0	0,60	3,2	4,0	6,5	7,7	8,6
	87,5	0,55	3,0	3,7	5,7	6,7	7,5
4	45,0	0,49	2,75	3,3	5,0	6,6	7,0
	60,0	0,47	2,4	3,15	4,8	6,1	6,5
	87,5	0,45	2,2	2,7	4,0	5,1	5,7
5	45,0	0,49	2,0	2,65	3,9	4,9	5,5
	60,0	0,47	1,85	2,45	3,65	4,6	5,1
	87,5	0,45	1,7	2,1	3,1	4,0	4,4
6	45,0	0,5	1,6	2,2	3,2	3,9	4,5
	60,0	0,47	1,5	2,0	3,0	3,7	4,3
	87,5	0,45	1,35	1,7	2,5	3,2	3,6
7	45,0	0,5	1,3	1,7	2,6	3,2	3,7
	60,0	0,47	1,25	1,58	2,45	3,0	3,4
	87,5	0,45	1,15	1,35	2,6	2,6	2,9
8	45,0	0,5	1,1	1,4	2,2	2,8	3,2
	60,0	0,47	1,05	1,32	2,0	2,6	2,9
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,7	2,2	2,4
9	45,0	0,49	1,1	1,40	1,85	2,4	2,7
	60,0	0,47	1,05	1,32	1,70	2,2	2,5
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,50	1,8	2,1

Продолжение табл. 3.7

Рабочая высота стояка, м	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, стояков при диаметре труб, мм					
		50	100		150		
		при диаметре поэтажных отводов, мм					
		50	50	110	50	100	150
10	45,0	0,5	1,1	1,4	1,75	2,1	2,3
	60,0	0,47	1,05	1,32	1,55	2,0	2,1
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,35	1,8	1,85
11	45,0	0,5	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0
	60,0	0,47	1,05	1,32	1,45	1,7	1,9
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,15	1,4	1,4
12	45,0	0,5	1,1	1,4	1,35	1,65	1,9
	60,0	0,47	1,05	1,32	1,2	1,4	1,7
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,0	1,25	1,4
13	45,0	0,5	1,1	1,4	1,35	1,65	1,9
	60,0	0,47	1,05	1,32	1,2	1,40	1,7
	87,5	0,45	1,0	1,15	1,0	1,25	1,4

3.8. Пропускная способность невентилируемых стояков с воздушным клапаном

Наружный диаметр поэтажных отводов, мм	Угол присоединения поэтажных отводов к стояку, °	Пропускная способность, л/с, невентилируемых стояков с воздушным клапаном при диаметре поэтажных отводов, мм					
		ПП		ПВХ		Чугун типа SML	
		50	110	50	110	50	100
50	45,0	1,1	6,8	1,1	6,69	0,96	6,83
	60,0	1,03	5,98	1,03	5,87	0,84	6,01
	87,5	0,69	4,16	0,69	4,09	0,56	4,18
110	45,0	—	4,83	—	4,76	—	4,72
	60,0	—	4,24	—	4,18	—	4,15
	87,5	—	2,95	—	2,91	—	2,88

При расходе сточных вод, превышающем максимальные значения, приведенные в табл. 3.1 – 3.8, следует либо увеличить диаметр стояка, либо рассредоточить расход по нескольким стоякам.

Стояки и отводные трубопроводы оборудуют ревизиями, прочистками, смотровыми колодцами на подпольных сборных трубопроводах, гидрозатворами (сифонами) [9].

На горизонтальных участках сети канализации наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками следует принимать согласно табл. 3.9.

Внизу стояк заканчивается плавным переходом в выпуск.

Выпуски устанавливают для приема сточных вод от стояков и отвода их за пределы здания в дворовую канализацию. В местах присоединения выпуска к дворовой сети устанавливают смотровой колодец. Выпуски от канализационной сети подвальных помещений следует прокладывать с уклоном не менее 0,02.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца должна быть не более указанной в табл. 3.10.

При длине выпуска, более указанных в табл. 3.10, необходимо предусмотреть устройство дополнительного смотрового колодца. Диаметр выпуска определяется расчетом и должен быть не менее диаметра наибольшего из стояков, присоединенных к данному выпуску.

3.9. Расстояния между ревизиями и прочистками

Диаметр трубопровода, мм	Расстояние, м, между ревизиями и прочистками в зависимости от вида сточных вод			Вид устройства для проведения прочистки
	производственные незагрязненные и водостоки	бытовые и производственные, близкие к ним	производственные, содержащие большое количество взвешенных веществ	
40	15	12	10	Ревизия
50	10	8	6	Прочистка
100...150	20	15	12	Ревизия
100...150	15	10	8	Прочистка
200 и более	25	20	15	Ревизия

3.10. Длина выпуска

Диаметр трубопровода, мм	50	100	150 и более
Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца, м	8	12	15

3.2. РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В системах, имеющих санитарно-технические приборы с емкостью, которые медленно наполняются из водопровода и быстро опорожняются со значительным секундным расходом, расчетные расходы стоков при малом числе приборов выше, чем в системе водоснабжения. При большом числе приборов расходы от опорожнения отдельных приборов близки к расходам в системе водоснабжения. В связи с этим расходы, поступающие в систему канализации:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s \text{ при } q^{tot} > 8 \text{ л/с;}$$

$$q^s = q^{tot} + q_0^s \text{ при } q^{tot} < 8 \text{ л/с,}$$

где q^{tot} – расчетный максимальный секунднй расход на расчетном участке водопроводной сети, л/с; q_0^s – расход сточных вод, принимается по прибору, у которого расход наибольший, л/с; q^s – расчетный расход в системе водоотведения дома, л/с.

Оптимальный диаметр стояка $d_{ст}$ может быть определен в зависимости от количества сбрасываемой сточной жидкости:

$$d_{ст} = 64q^{s0,363},$$

где q^s – расчетный расход в системе водоотведения дома, л/с; 64 – коэффициент пропорциональности; 0,363 – коэффициент, учитывающий движение сточных вод в стояке и дефицит воздуха в нем.

Уклон и наполнение труб внутренней канализации принимают по табл. 3.11 в зависимости от расчетного диаметра и принятого стандартного диаметра $d_{ст}$.

3.11. Уклоны и наполнение труб внутренней канализации

Стандартный диаметр канализационных труб, мм	Уклон i		Наполнение трубопровода h/d
	наименьший	наибольший	
50	0,020	0,03	0,5
100	0,008	0,012...0,020	0,5
125	0,006	0,01	0,5
150	0,005	0,007	0,6
200	0,005	0,008	0,6

Выбор расчетного уклона i , средней скорости сточной жидкости, м/с, и наполнения h/d следует производить таким образом, чтобы было выполнено условие, характеризующее режим самоочищения в безнапорном трубопроводе [1, 9]:

$$v\sqrt{\frac{h}{d}} \geq K ,$$

где h – высота наполнения трубопровода сточной жидкостью; $K = 0,5$ – для трубопроводов из полимерных материалов; $K = 0,6$ – для трубопроводов из других материалов.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пособие включает в себя основные положения расчета и проектирования систем внутреннего водоснабжения и водоотведения жилого дома и внутриквартальной канализационной сети. Приведены гидравлические закономерности систем подачи и водоотведения многоквартирного жилого дома. Результатом выполнения курсовой работы является гидравлический расчет внутренних трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения жилого дома.

Для расчета трубопроводов водоснабжения жилого дома определяются:

- расчетные расходы холодной воды;
- вероятность действия водоразборных приборов с учетом числа потребителей в жилом доме и количества приборов;
- диаметры трубопроводов, скорости и гидравлический уклон по таблицам Шевелевых;
- линейные и местные потери напора на отдельных участках и во всей системе водопровода;
- марка счетчика для водомерного узла;
- требуемый напор для систем внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода с учетом геометрической высоты подачи воды от оси насоса или ввода в здание до требуемого (диктующего) санитарно-технического прибора, потерь напора в сети, напора (давления) перед диктующим прибором;
- параметры повысительной насосной установки с учетом необходимого количества воды для жилого дома, требуемого напора и гарантированного напора в водопроводной сети.

Для гидравлического расчета трубопроводов водоотведения определяются:

- максимальный расхода стоков и максимальный секундный расход от прибора с максимальным водоотведением;
- расчетные расходы для горизонтальных отводных трубопроводов системы канализации;
- диаметры трубопроводов, скорости и уклон по таблицам Лукиных.

Выполнение заданий направлено на изучение нормативной литературы в области строительства, водоснабжения, водоотведения и жилищно-коммунального хозяйства. Полученные знания необходимы в профессиональной деятельности при проектировании, строительстве и эксплуатации жилищно-коммунального хозяйства. В результате выполнения курсовой работы обучающийся осваивает навыки проектирования объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, подготовки расчетного и технико-экономического обоснования проектов, подготовки проектной документации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **СП 30.13330.2020.** Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01–85*: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное : утвержден и введен в действие Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. № 920/пр. : пересмотр СП 30.13330.2016 : дата введения 1 июля 2021 г. / разработан НИИСФ РААСН, НП АВОК, ФГБОУ СПб ГАСУ, ООО «Спец Строй Проект», ООО «ХЛ-РУС», ПКП НПО «Мосспецавтоматика», ООО ППФ «АК». – М. : Стандартинформ, 2021. – 94 с.

2. **Попов, О. Н.** Системы водоснабжения и водоотведения. [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Н. Попов, А. Н. Грибков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – Ч. 1.

3. **Шевелев, Ф. А.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справочное пособие / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984. – 116 с.

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

5. **Калицун, В. И.** Гидравлика, водоснабжение и канализация : учебное пособие для вузов / В. И. Калицун, В. С. Кедров, Ю. М. Ласков. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат. 2004. – 396 с.

6. **Водоснабжение** и водоотведение жилого здания : методические указания к выполнению курсовой работы и практическим занятиям по дисциплине «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики» / сост. : В. Ю. Хузин, А. В. Бахметьев, В. В. Помогаева. – Воронеж : Воронежский ГАСУ, 2015. – 50 с.

7. **Кочергин, А. С.** Проектирование внутреннего водопровода и канализации жилого дома : учебное пособие / А. С. Кочергин, Л. А. Грунющкина, В. В. Голубев. – Пенза : ПГУАС, 2013. – 96 с.

8. **Косенко, О. О.** Водоснабжение и водоотведение : методическое пособие к практическим занятиям / О. О. Косенко. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 62 с.

9. **Попов, О. Н.** Системы водоснабжения и водоотведения. [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Н. Попов, А. Н. Грибков. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – Ч. 2.

10. **ГОСТ 21.205–2016.** Система проектной документации для строительства. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2017-04-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – М. : Стандартинформ, 2016. – 23 с.

11. **ГОСТ 21.601–2011.** Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2013-05-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – М. : Стандартинформ, 2016. – 28 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Исходные данные

А.1. Исходные данные для проектирования

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вариант генплана	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	6	4	2	5	3	1	4	2	6
Вариант планов этажей	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Число этажей	3	4	5	6	7	6	5	4	3	4	5	6	7	6	5	4	3	6	5	4
Значение расстояний:																				
l_1 , м	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	4,0	3,5	5,5	4,5	5,5	6,0	4,5	4,5	5,5	6,0	6,5
l_2 , м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	6,0	5,0	4,5	5,5	4,5	4,0	5,5	5,5	4,5	4,8	4,0
l_3 , м	5,0	6,0	6,5	5,0	5,0	6,5	7,0	6,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,5	6,0	5,0	6,5	5,0	6,0	5,4	5,7
l_4 , м	8,0	9,0	10,0	9,5	11,0	8,5	10,5	8,8	11,5	9,0	8,0	9,0	8,5	8,8	8,0	8,5	9,5	9,0	8,3	8,9
Гарантированный напор, м вод. ст.	38	15	25	10	30	40	45	35	28	23	33	39	18	27	13	23	19	31	17	26
Система горячего водоснабжения	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М	Ц	М
Материал труб систем водоснабжения	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП	С	ПП

Примечание: Ц – центральное горячее водоснабжение; М – местное горячее водоснабжение; С – труба стальная водогазопроводная (ГОСТ 3262–75); ПП – труба полипропиленовая (ГОСТ 32415-2013).

Вариант генплана

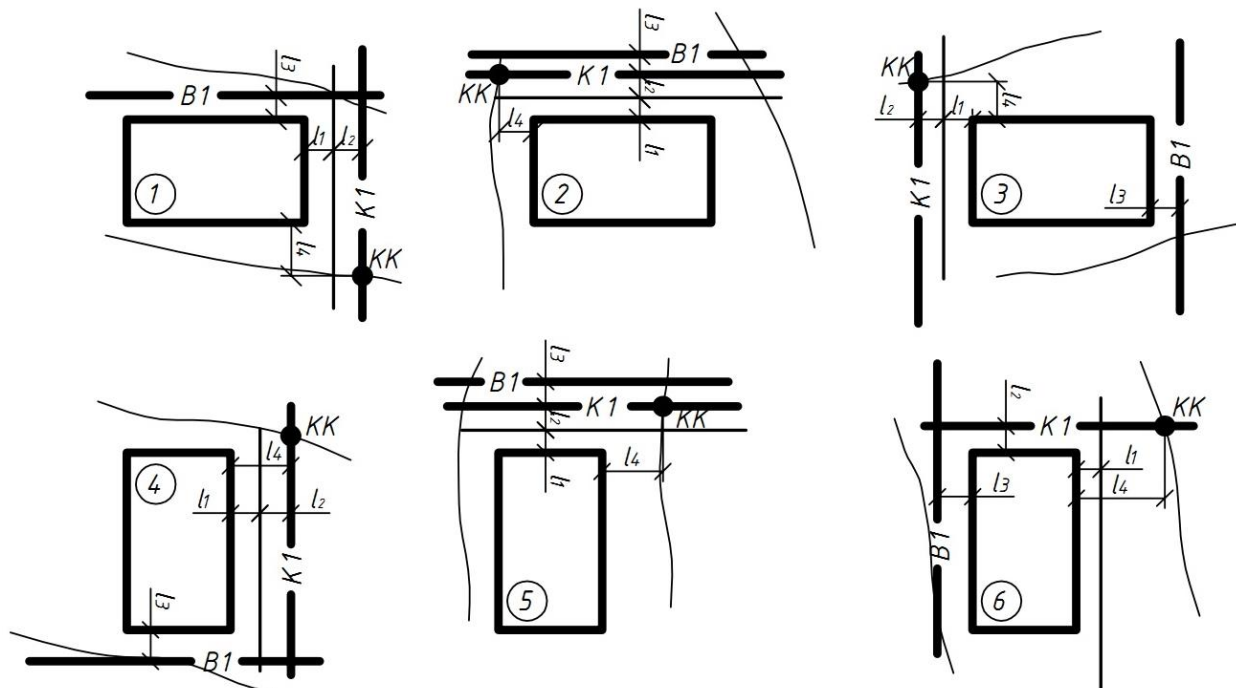
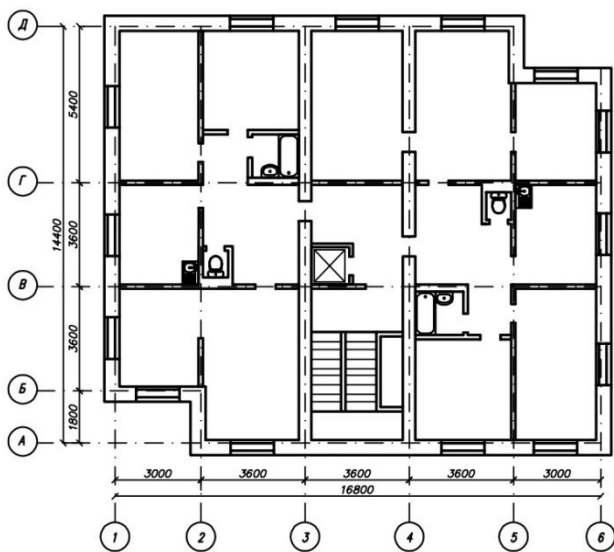
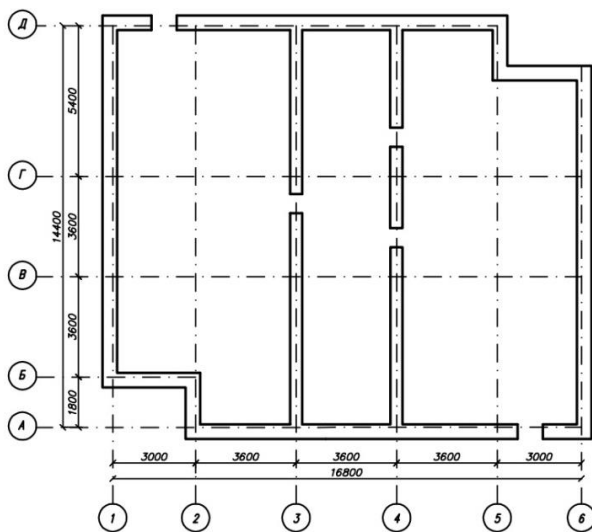


Рис. А.1. Схемы привязки инженерных сетей

Варианты планов этажей



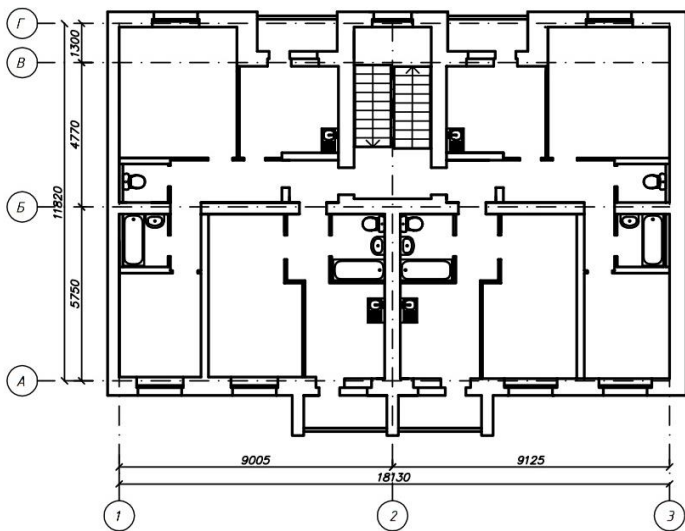
а)



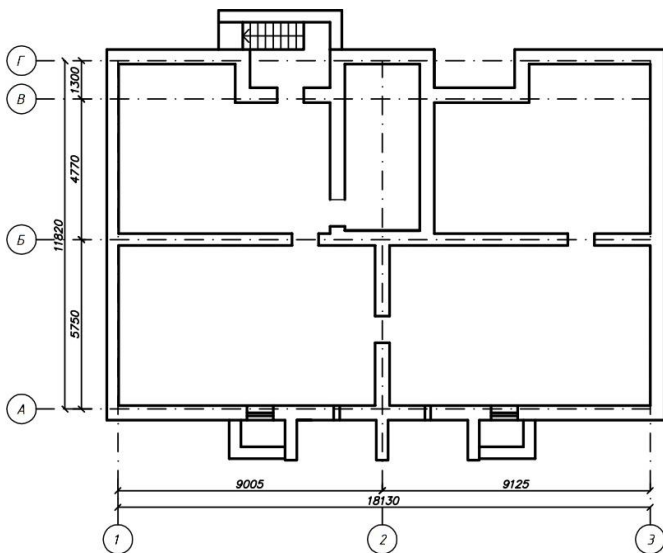
б)

Рис. А.2. Вариант 1:

а – план типового этажа; б – план подвала



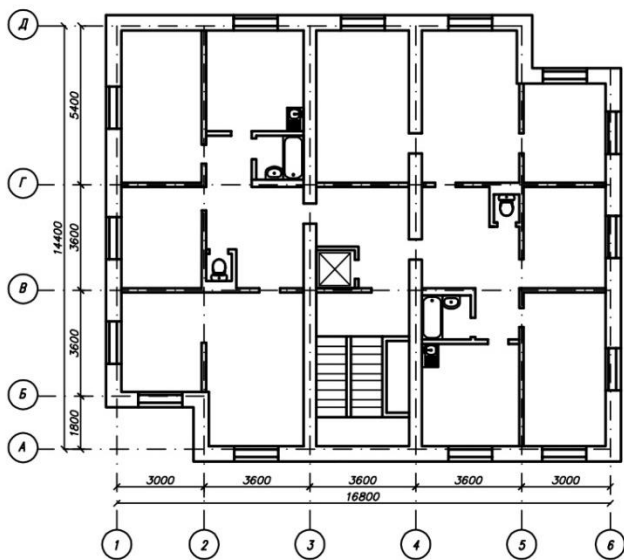
a)



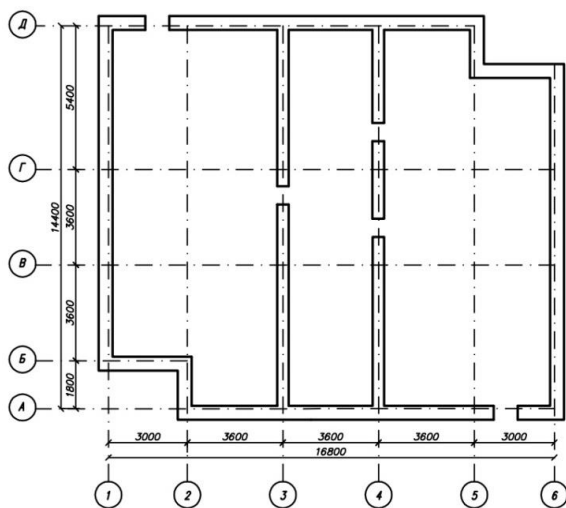
б)

Рис. А.3. Вариант 2:

а – план типового этажа; б – план подвала



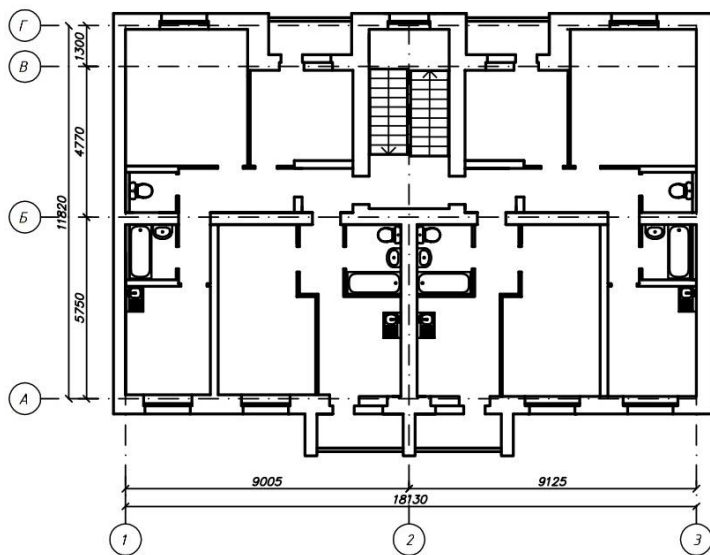
а)



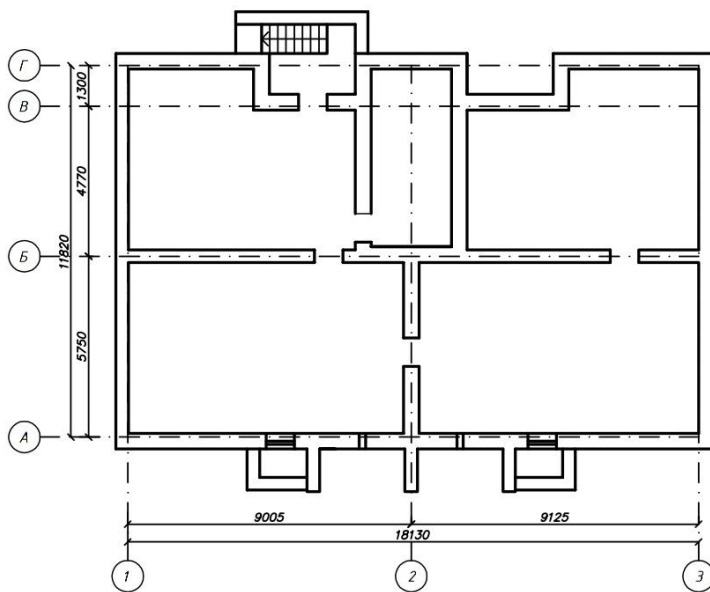
б)

Рис. А.4. Вариант 3:

а – план типового этажа; б – план подвала



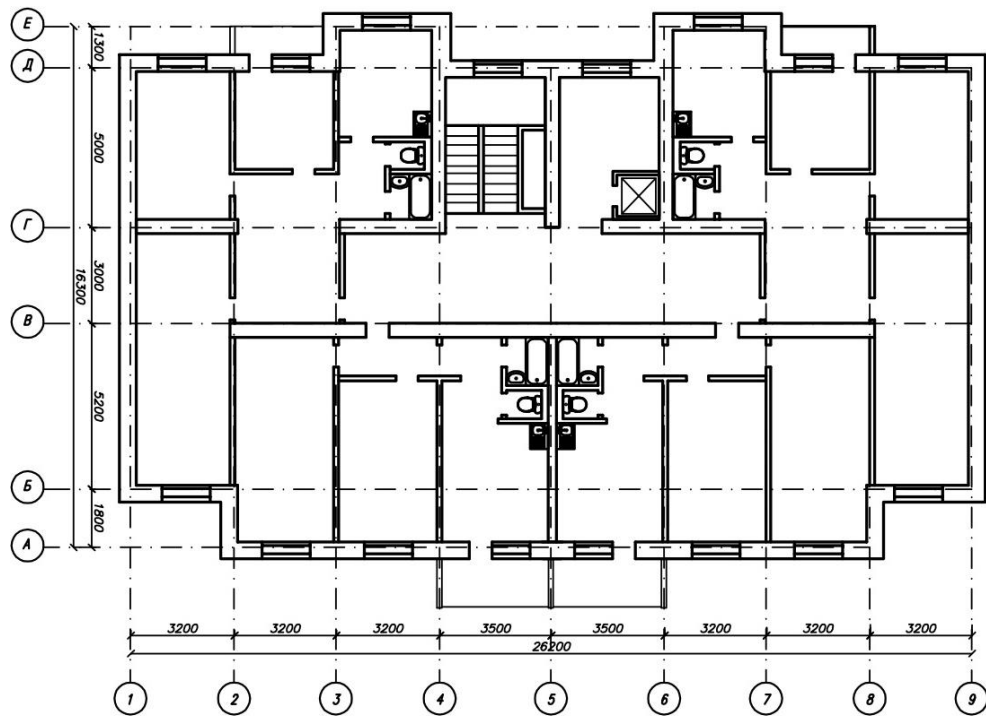
a)



б)

Рис. А.5. Вариант 4:

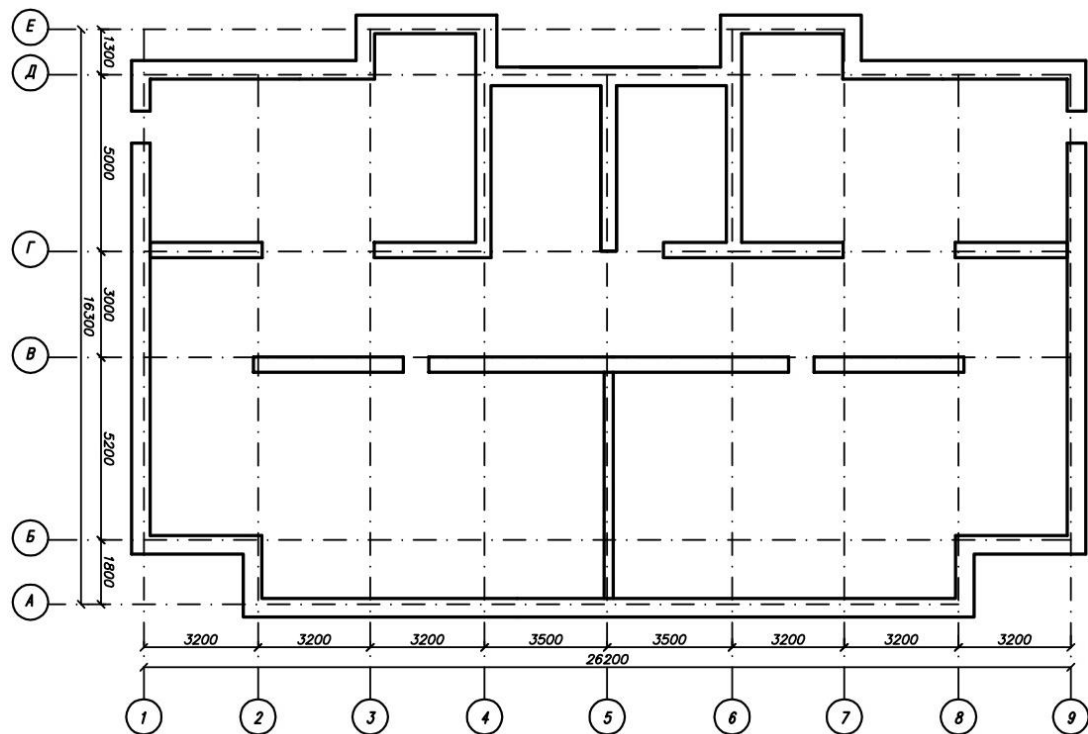
a – план типового этажа; *б* – план подвала



a)

Рис. А.6. Вариант 5:

a — план типового этажа; *б* — план подвала



б)

Рис. А.6. Продолжение

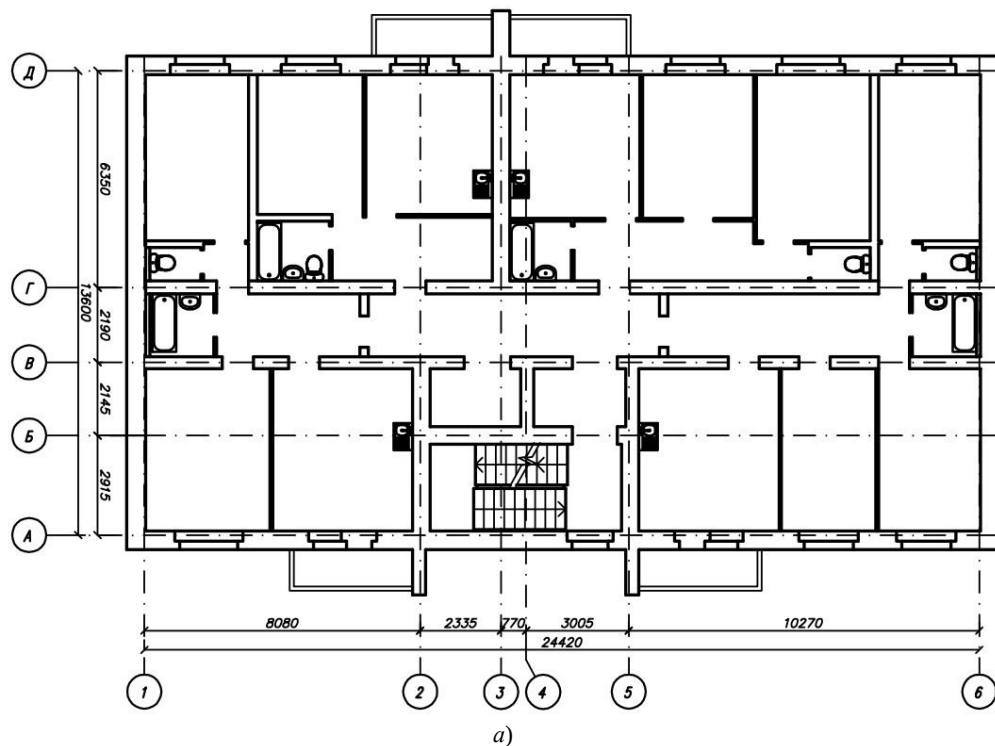


Рис. А.7. Вариант 6:

а – план типового этажа; *б* – план подвала

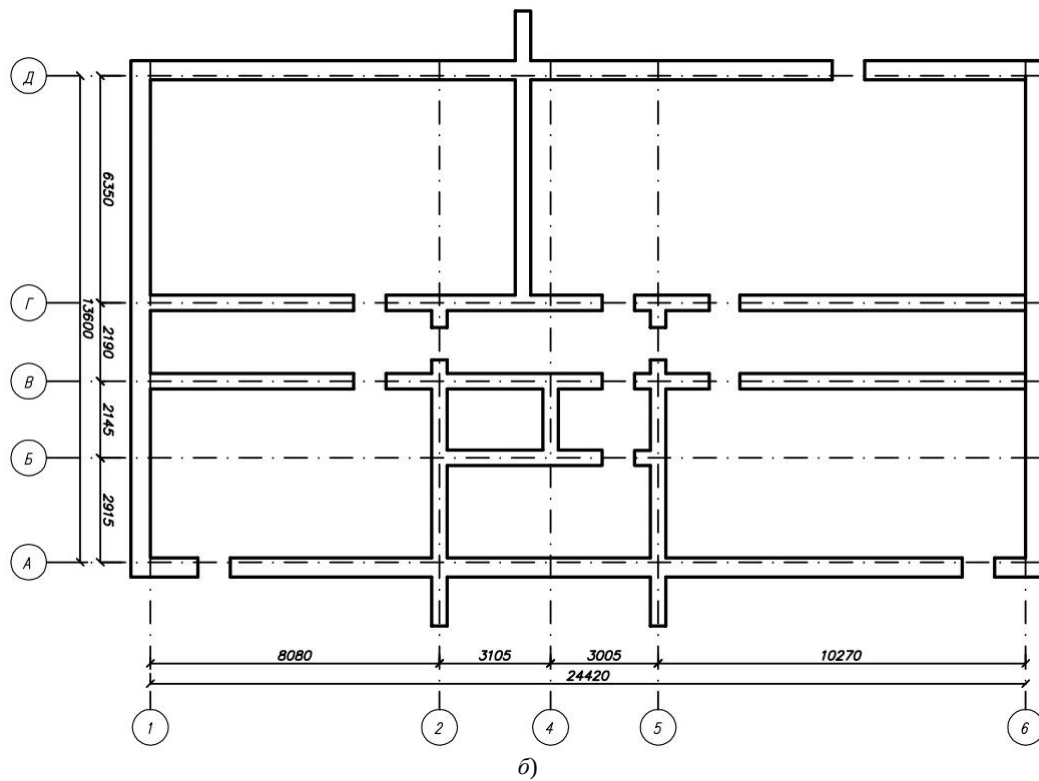


Рис. А.7. Продолжение

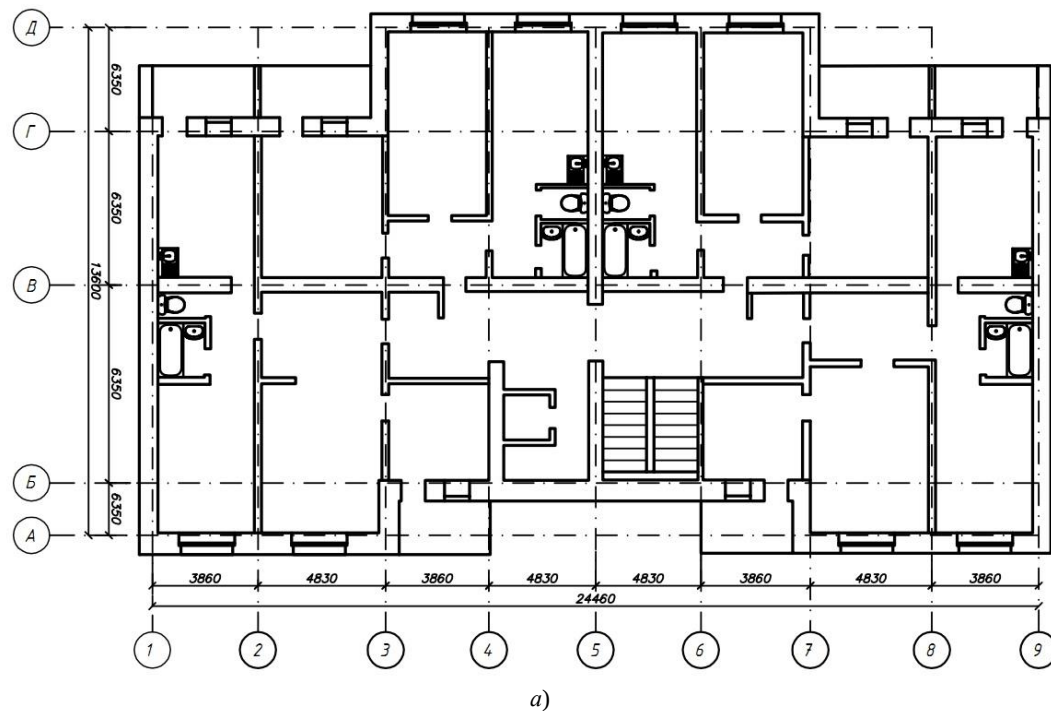
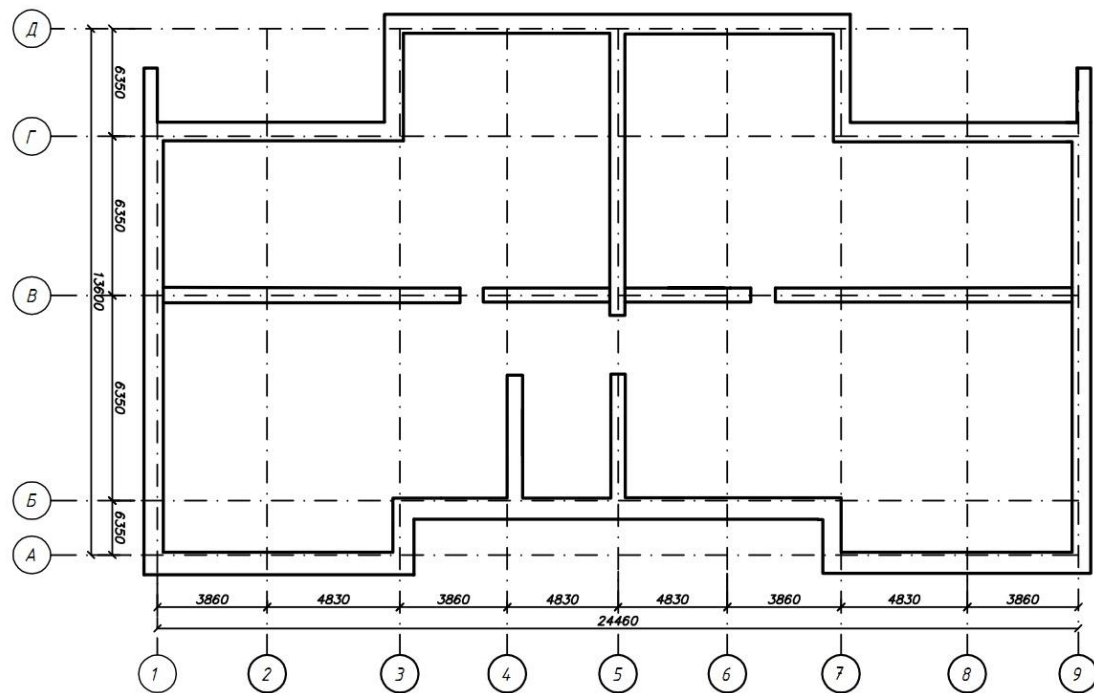


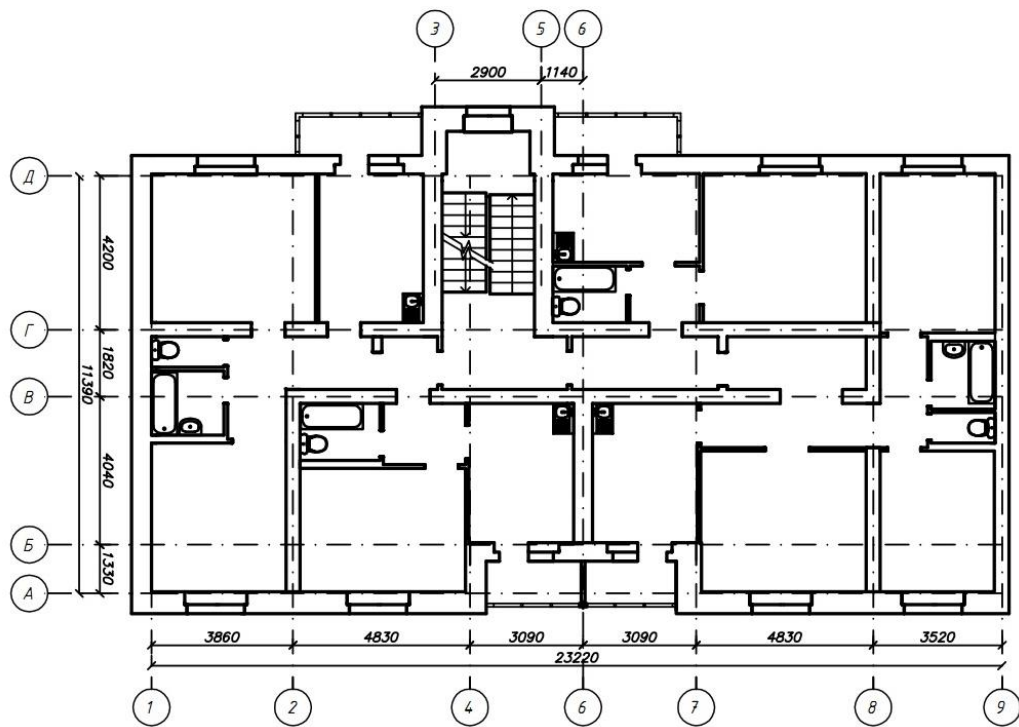
Рис. А.8. Вариант 7:

a – план типового этажа; *б* – план подвала



б)

Рис. А.8. Продолжение



a)

Рис. А.9. Вариант 8:

a – план типового этажа; *б* – план подвала

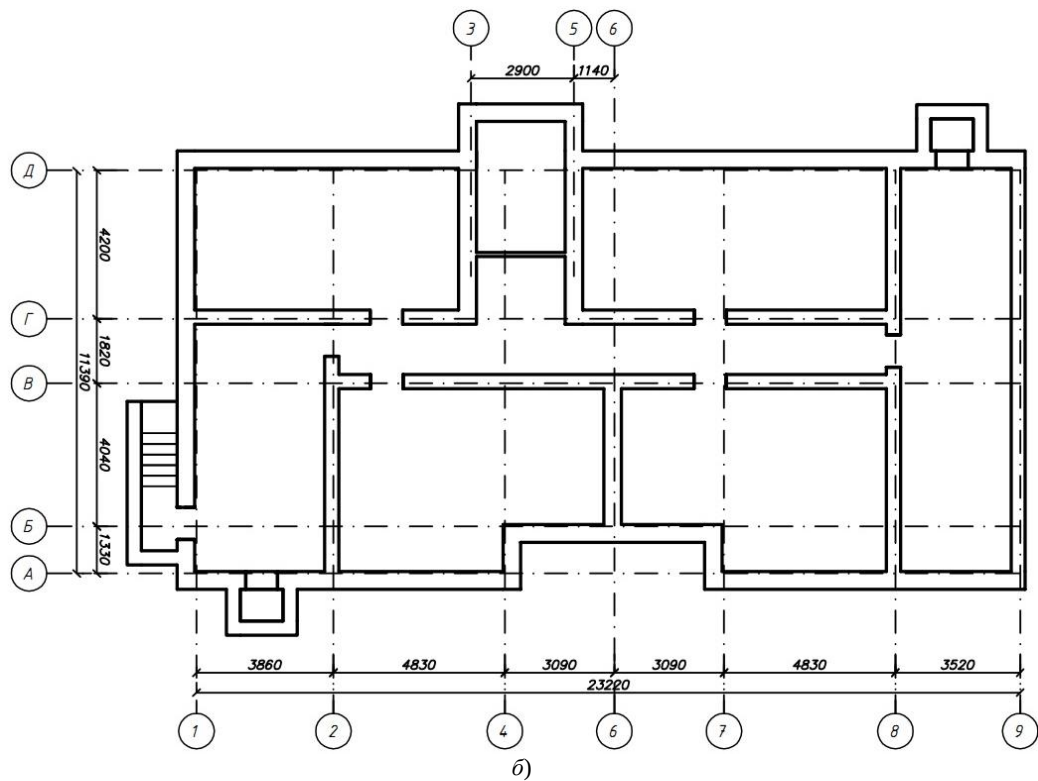
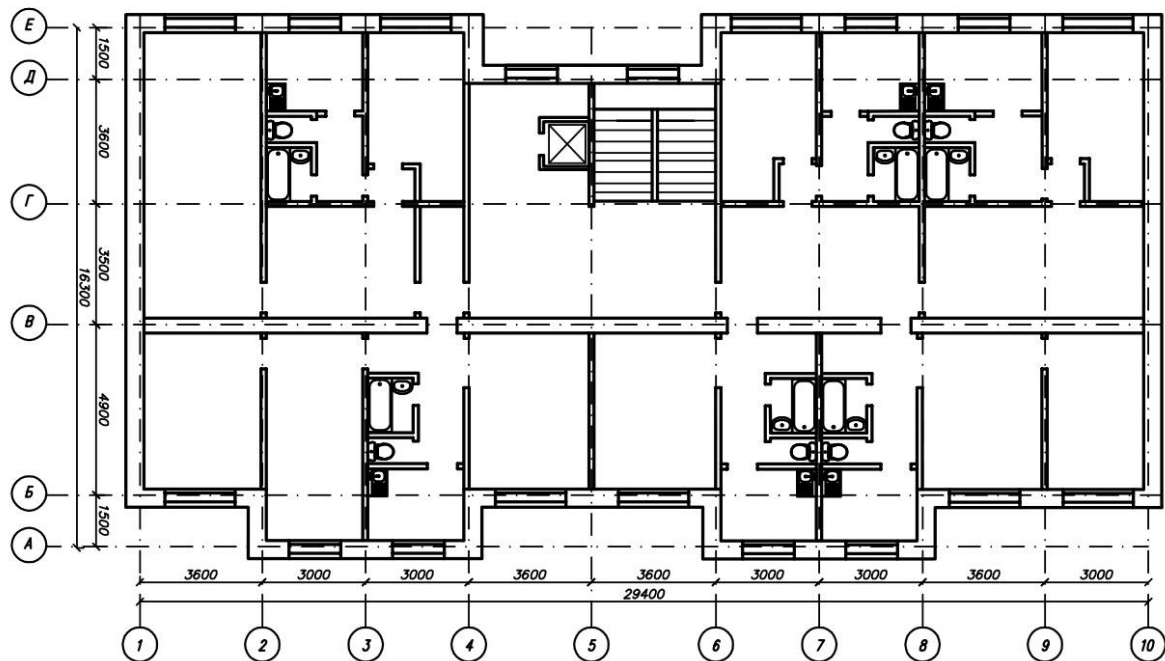


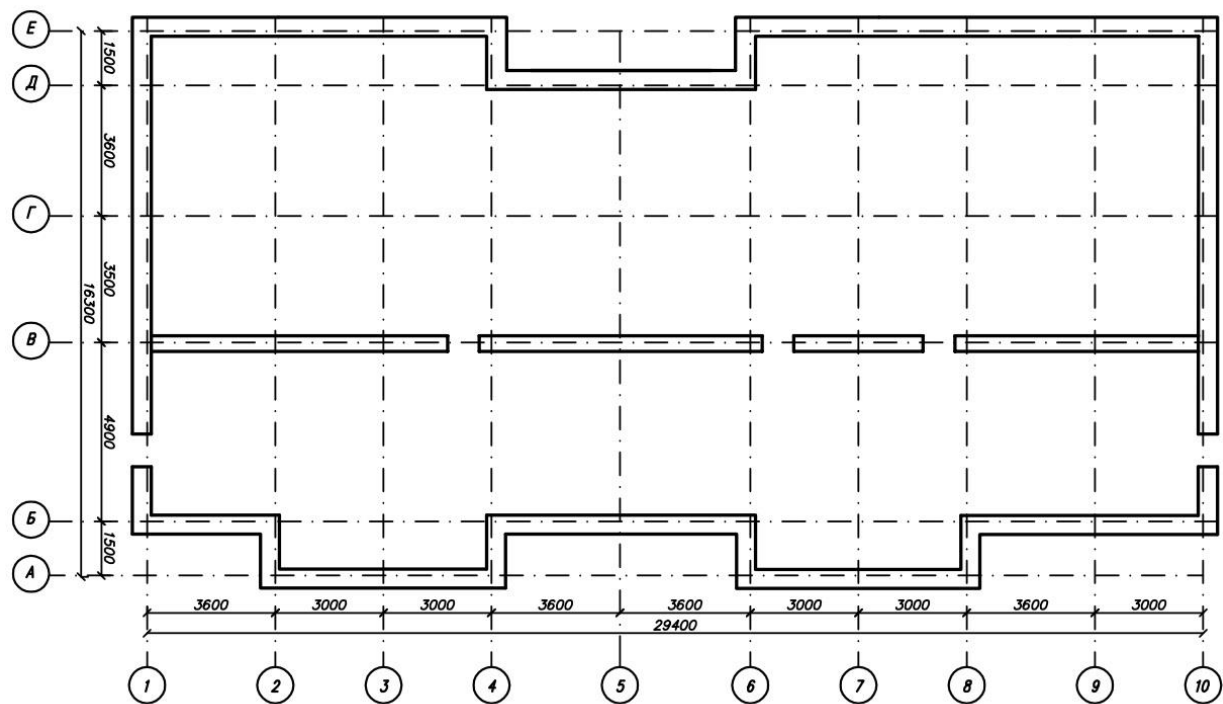
Рис. А.9. Продолжение



a)

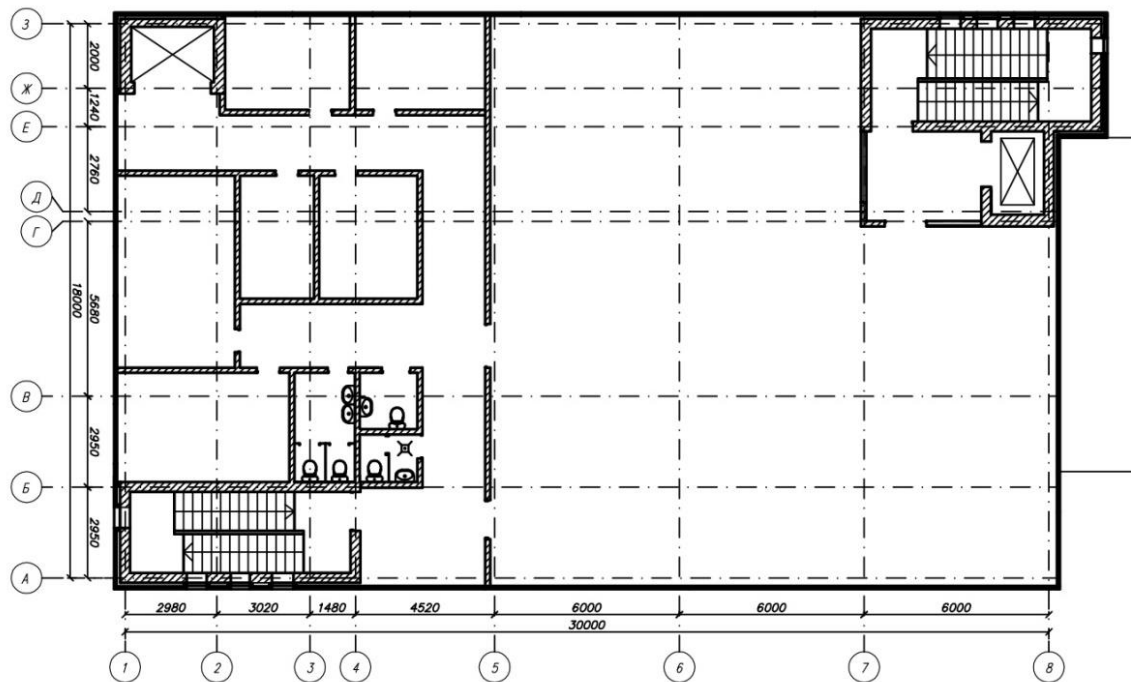
Рис. А.10. Вариант 9:

a – план типового этажа; *б* – план подвала



о)

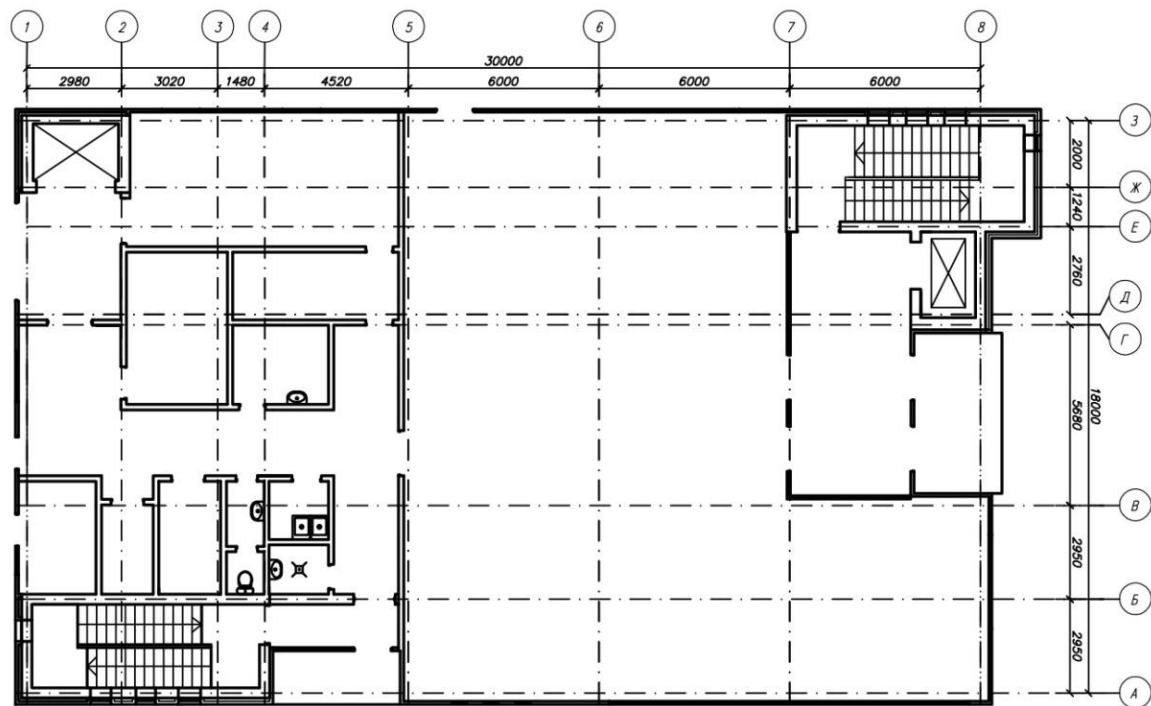
Рис. А.10. Продолжение



a)

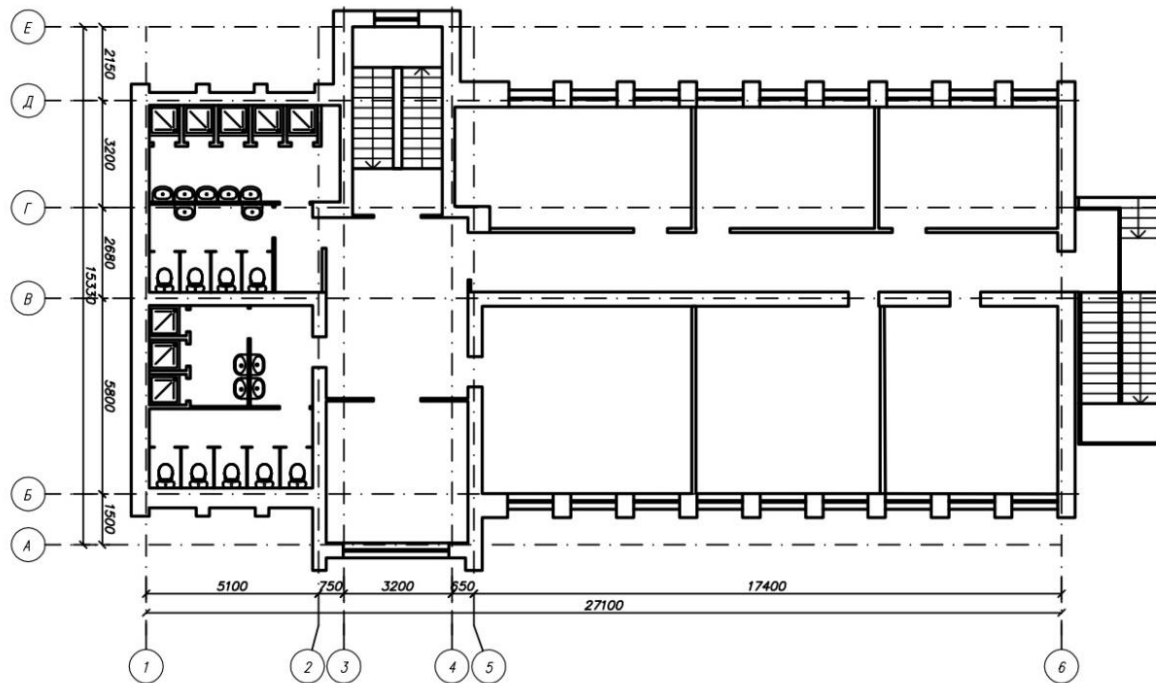
Рис. А.11. Вариант 10:

a – план типового этажа; *б* – план первого этажа



б)

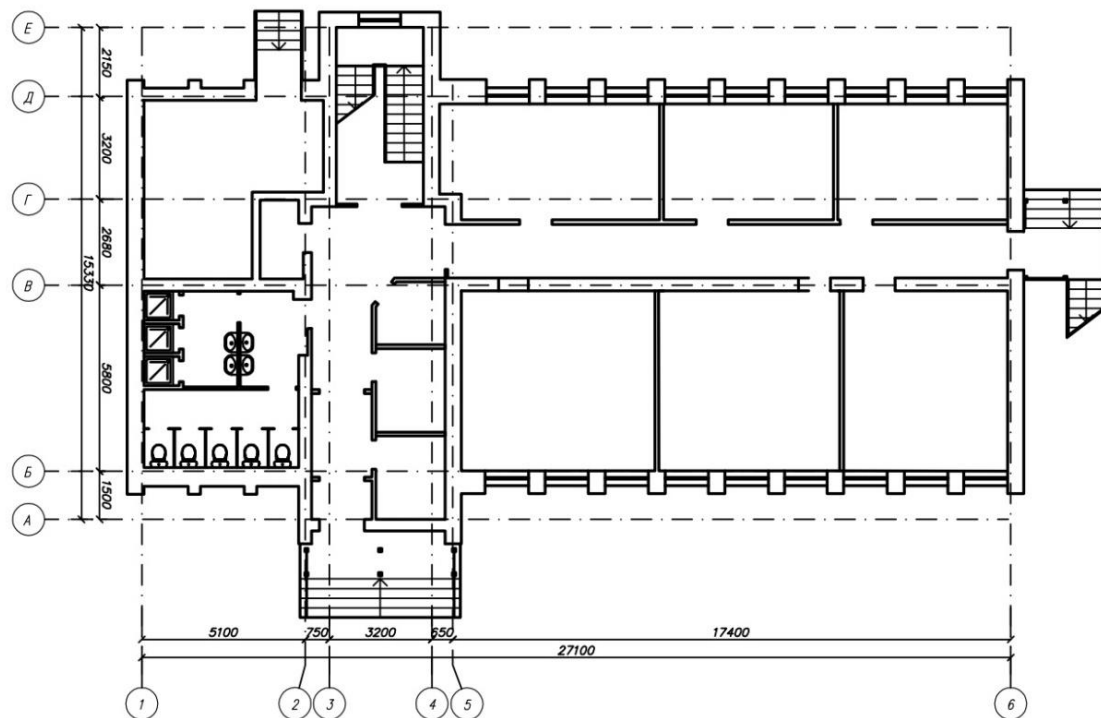
Рис. А.11. Продолжение



a)

Рис. А.12. Вариант 11:

a – план типового этажа; *б* – план первого этажа



б)

Рис. А.12. Продолжение

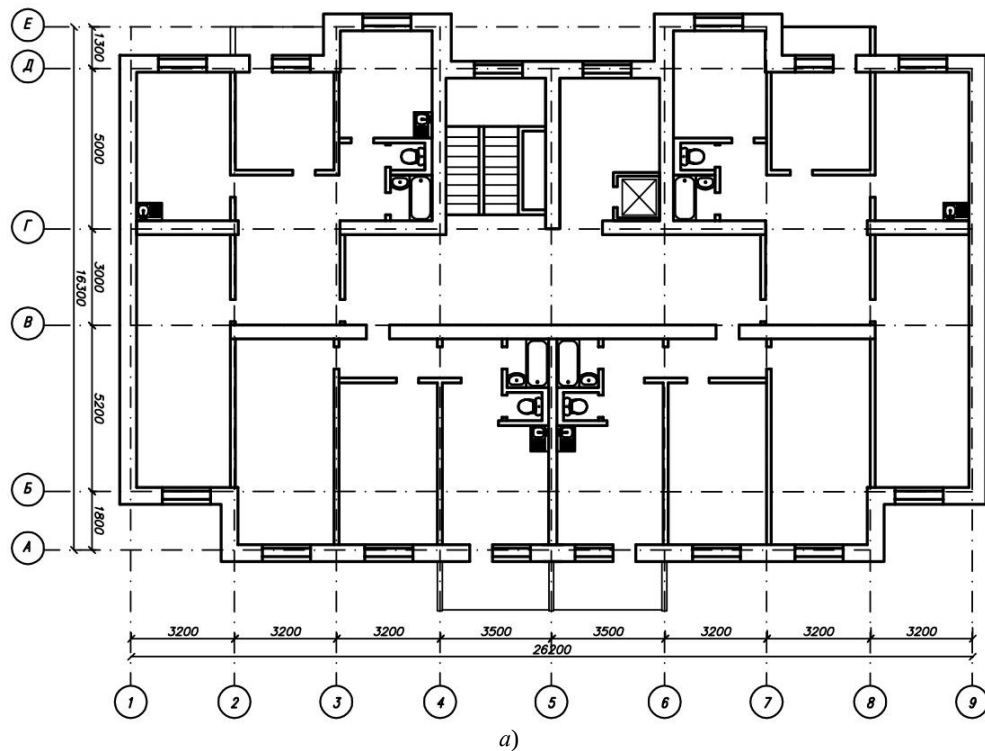
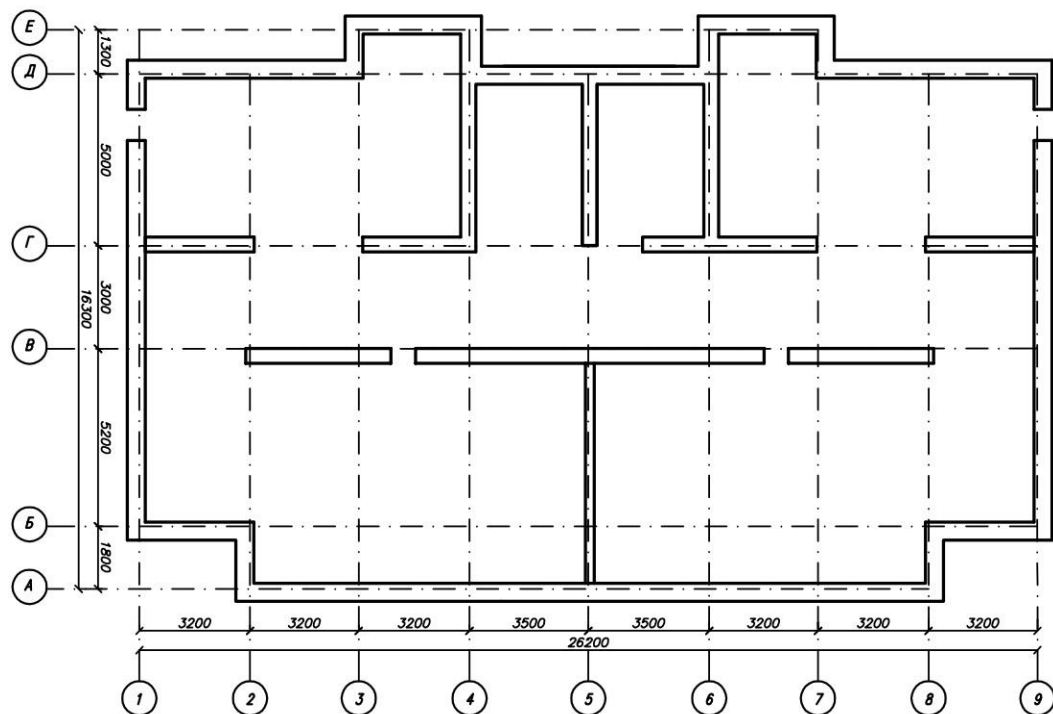


Рис. А.13. Вариант 12:
а – план типового этажа; *б* – план подвала



б)

Рис. А.13. Продолжение

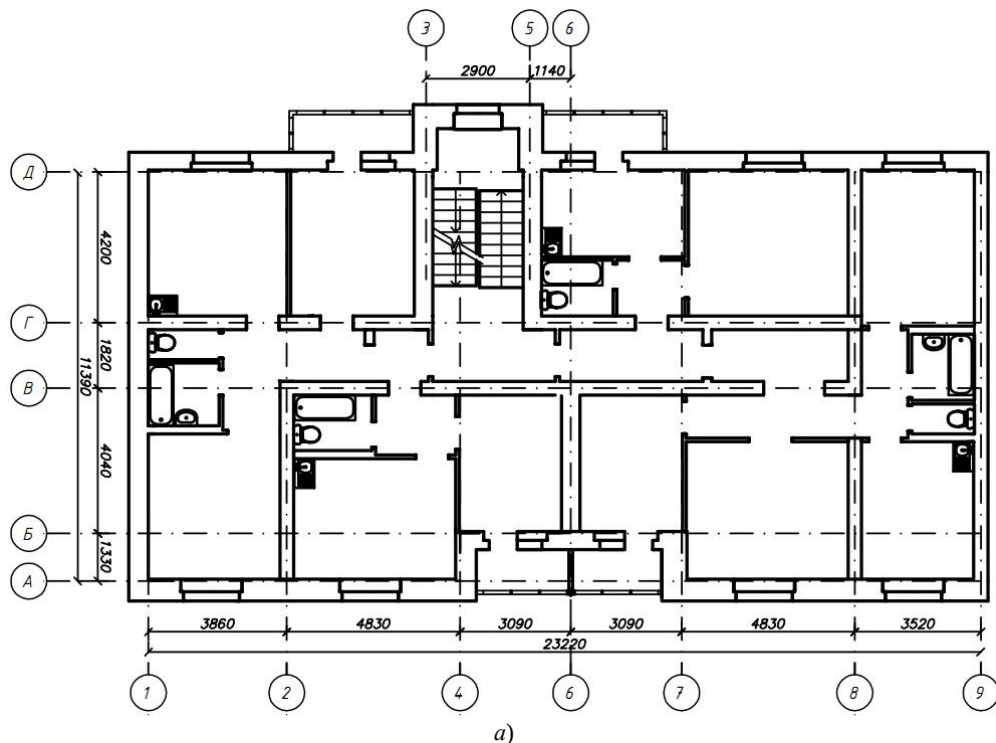
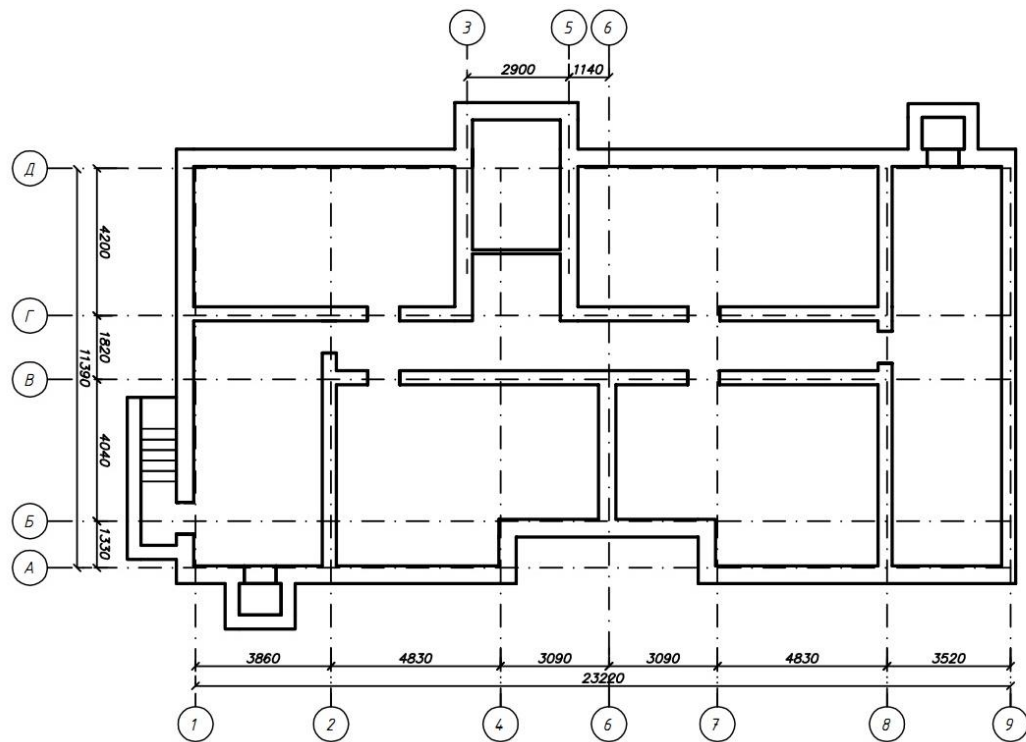


Рис. А.14. Вариант 13:

a – план типового этажа; *б* – план подвала



б)
Рис. А.14. Продолжение

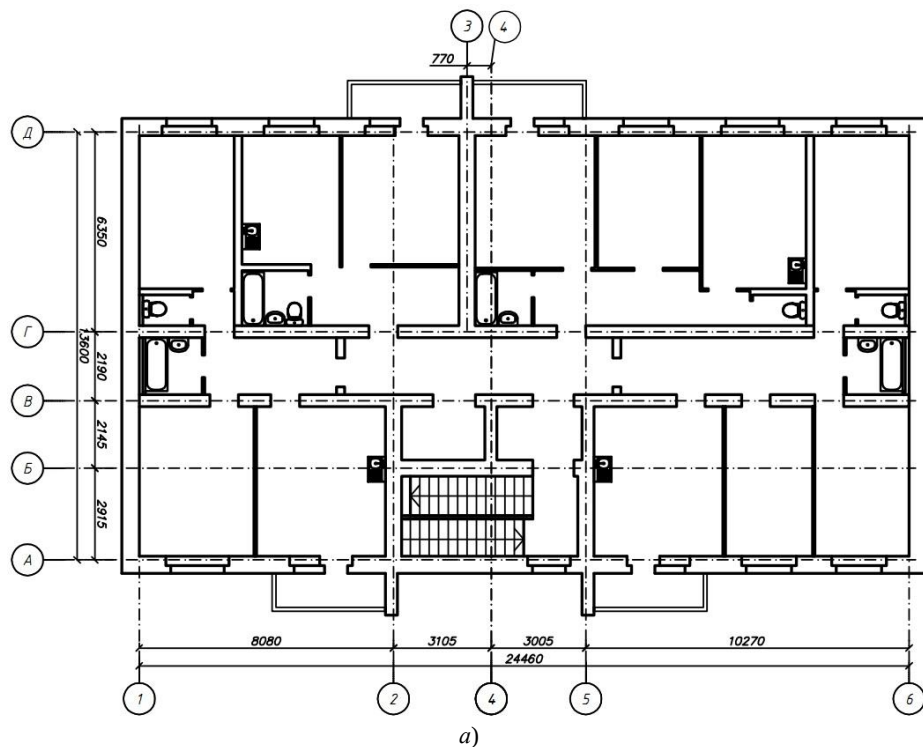


Рис. А.15. Вариант 14:

а — план типового этажа; *б* — план подвала

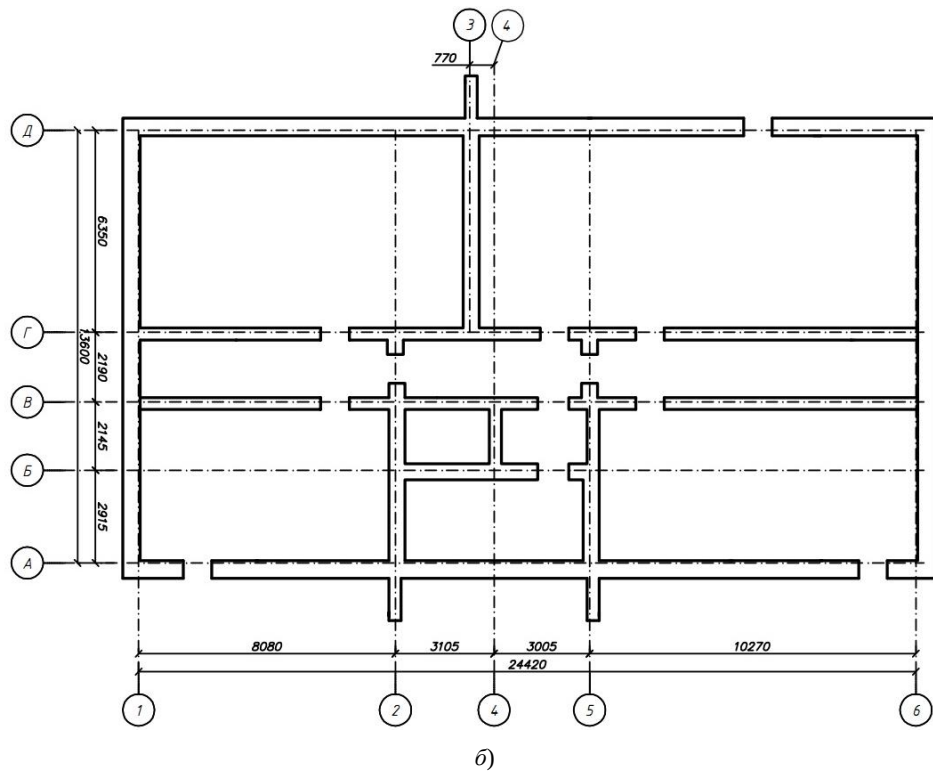
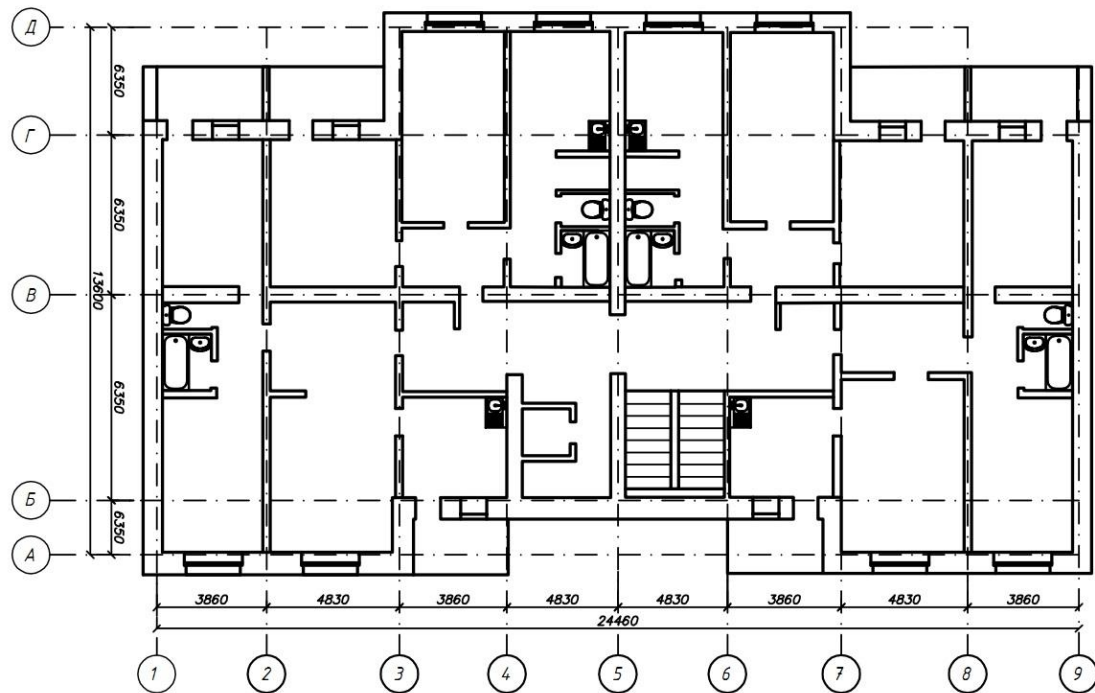


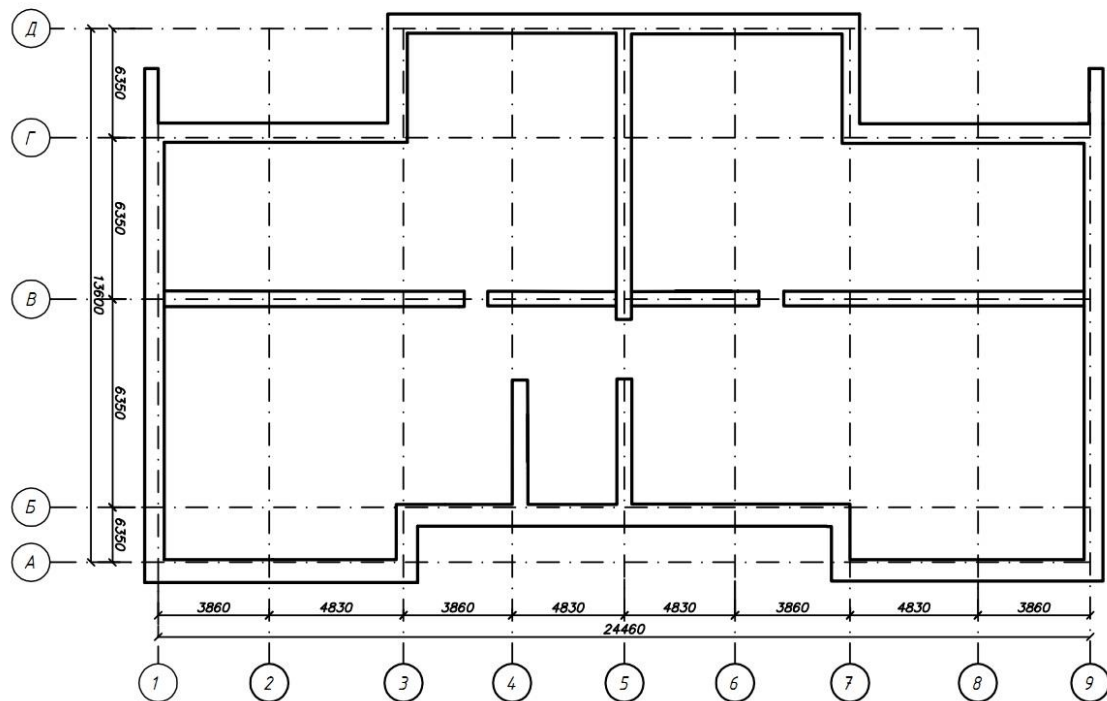
Рис. А.15. Продолжение



a)

Рис. А.16. Вариант 15:

a – план типового этажа; *б* – план подвала



б)

Рис. А.16. Продолжение

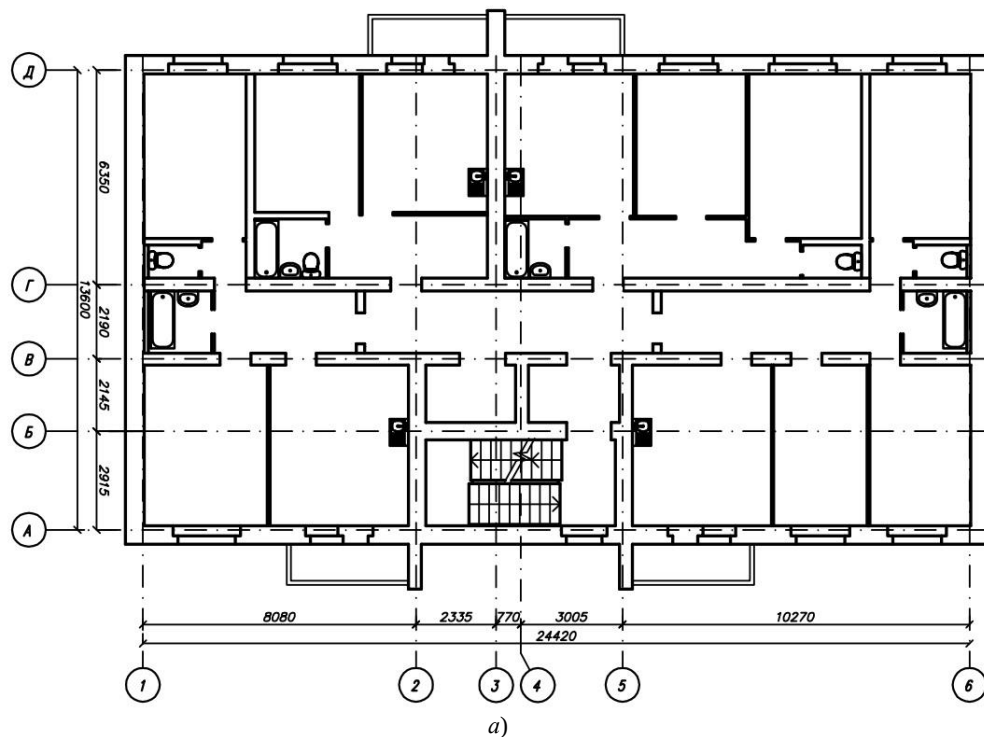


Рис. А.17. Вариант 16:
а – план типового этажа; *б* – план подвала

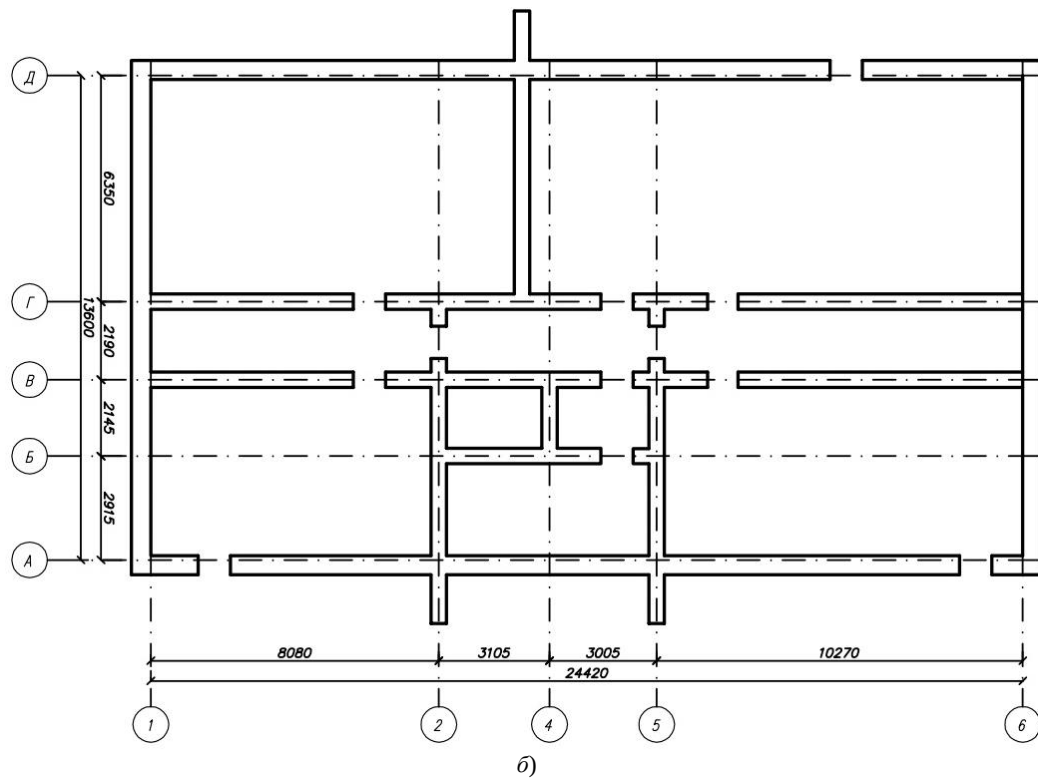


Рис. А.17. Продолжение

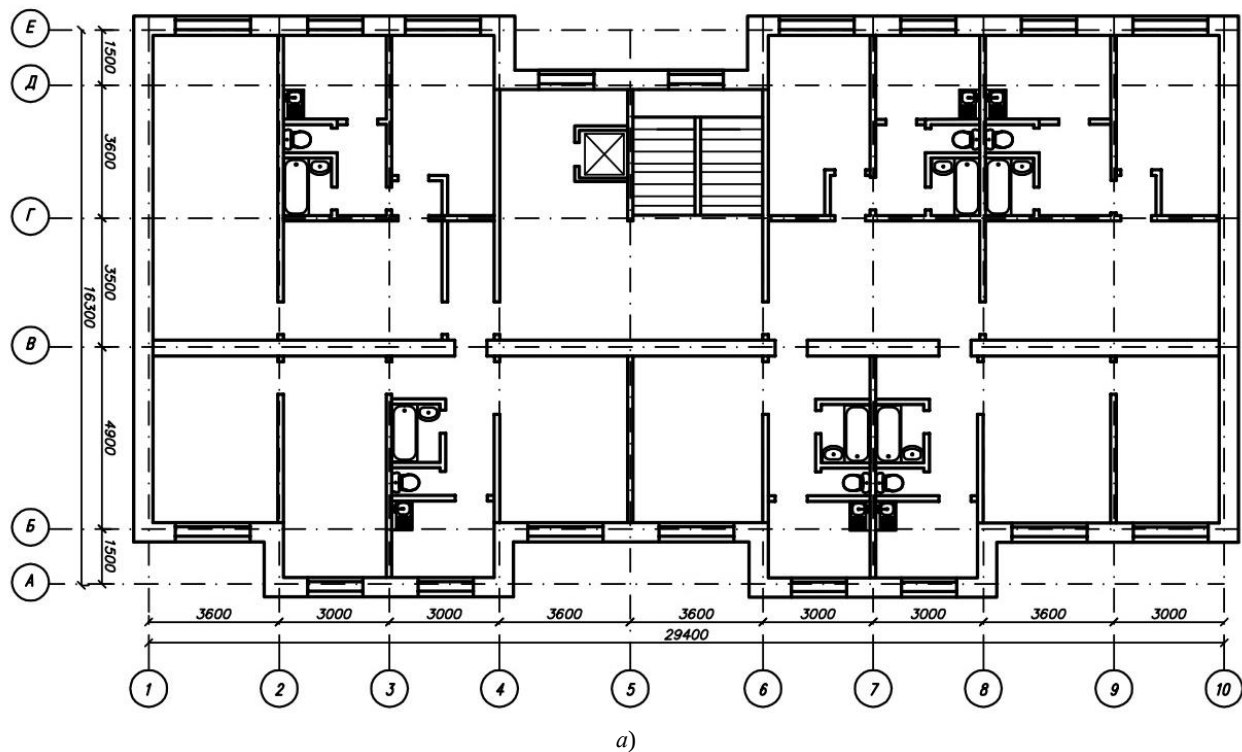


Рис. А.18. Вариант 17:

а – план типового этажа; *б* – план подвала

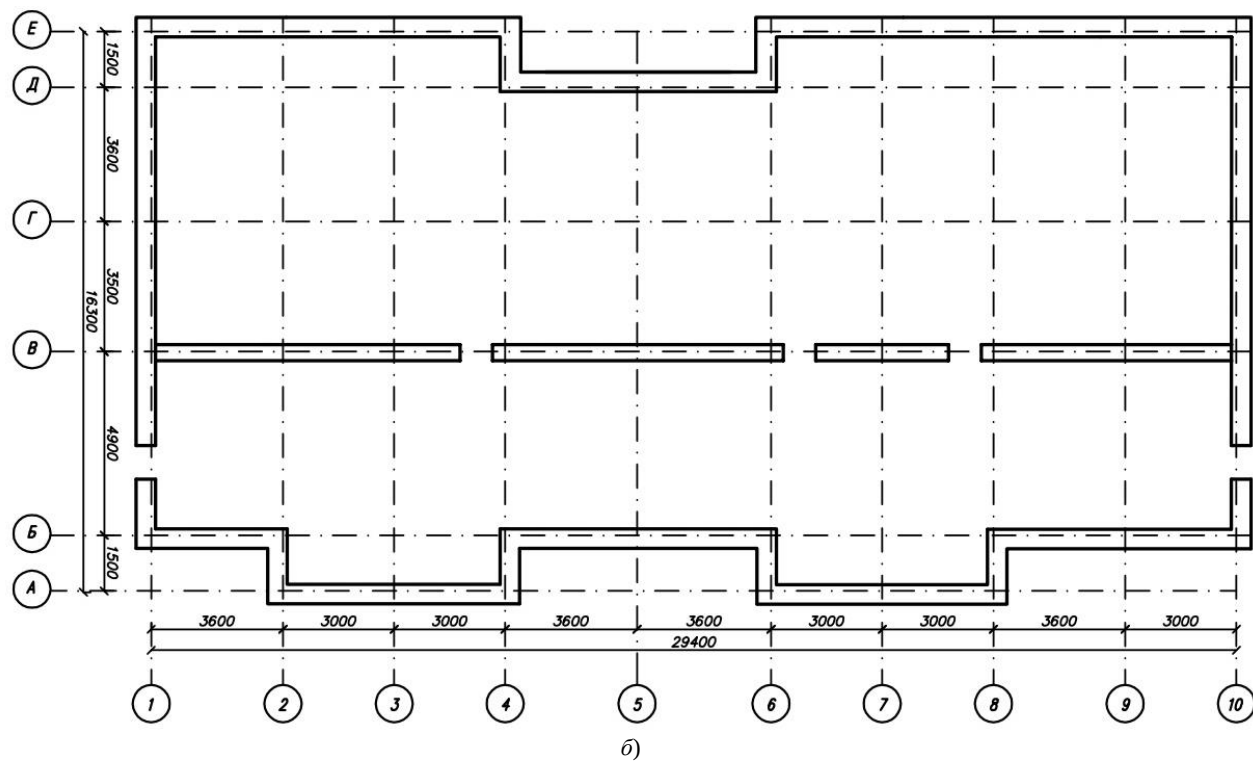
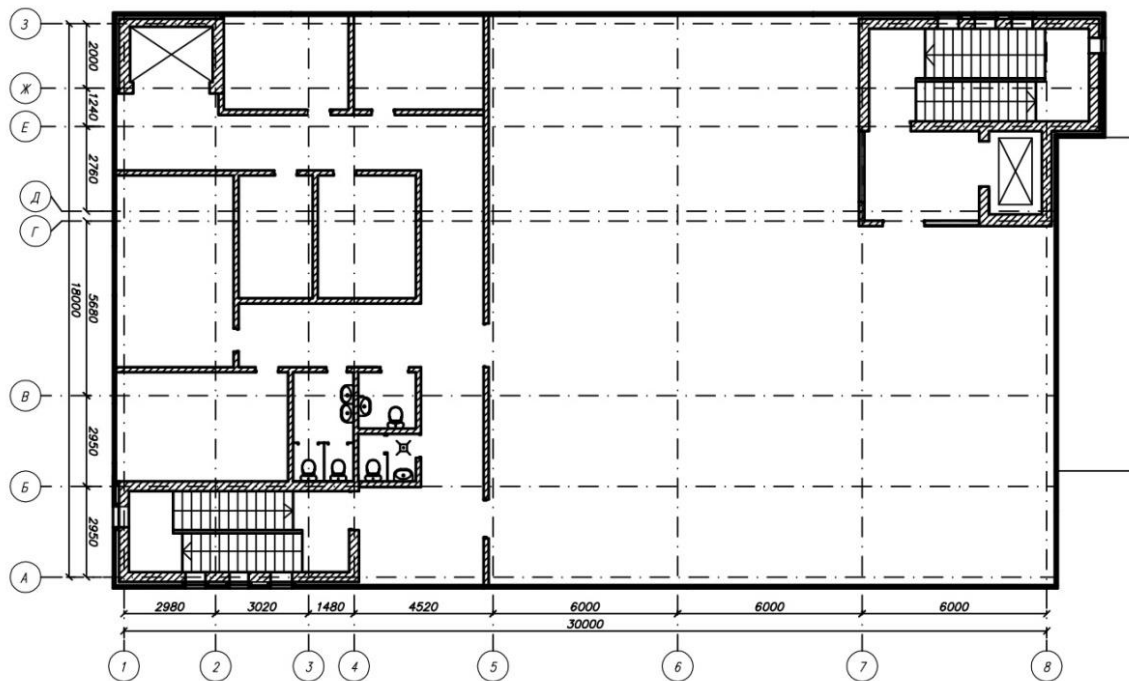


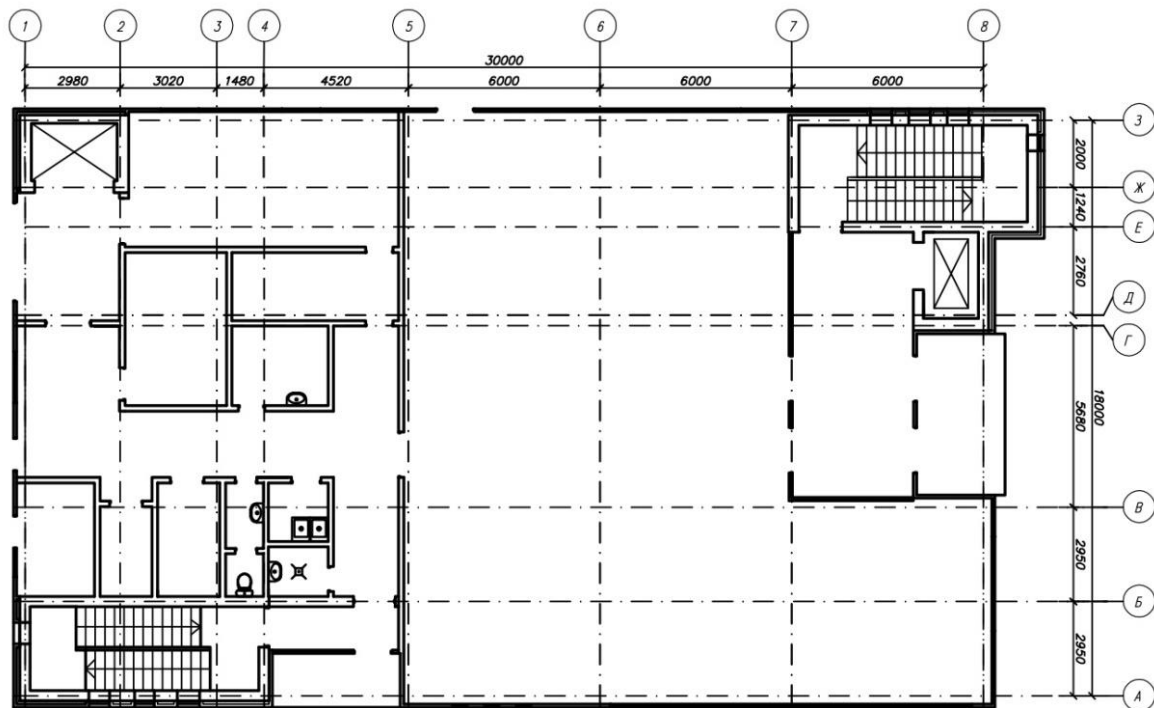
Рис. А.18. Продолжение



a)

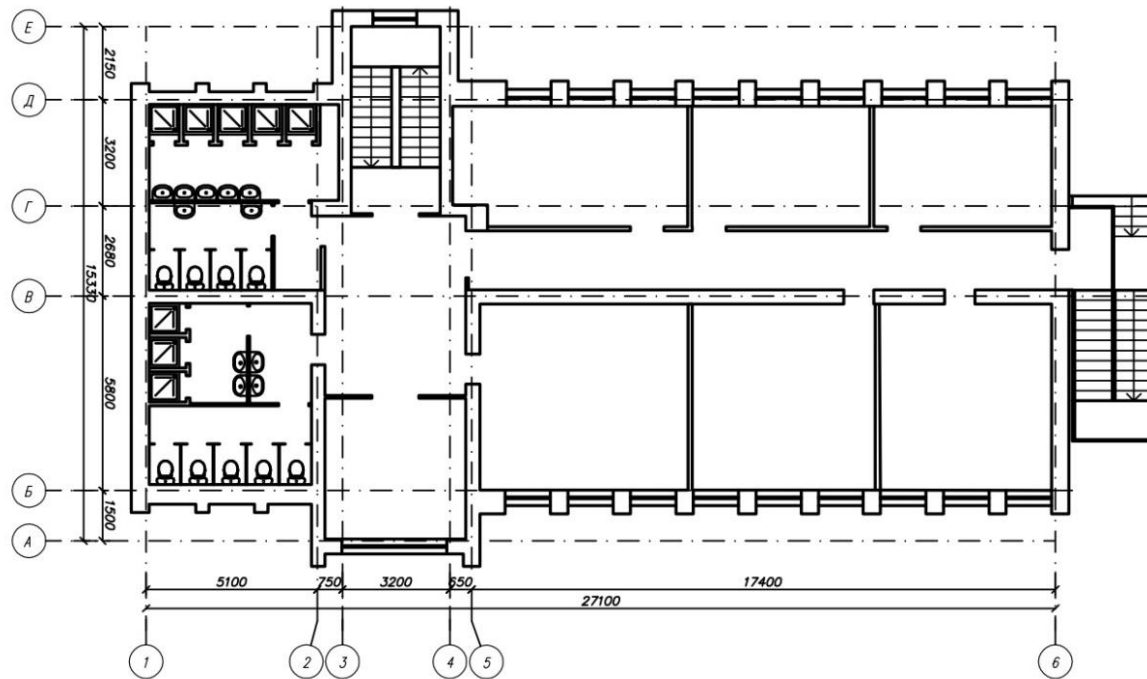
Рис. А.19. Вариант 18:

a – план типового этажа; б – план первого этажа



б)

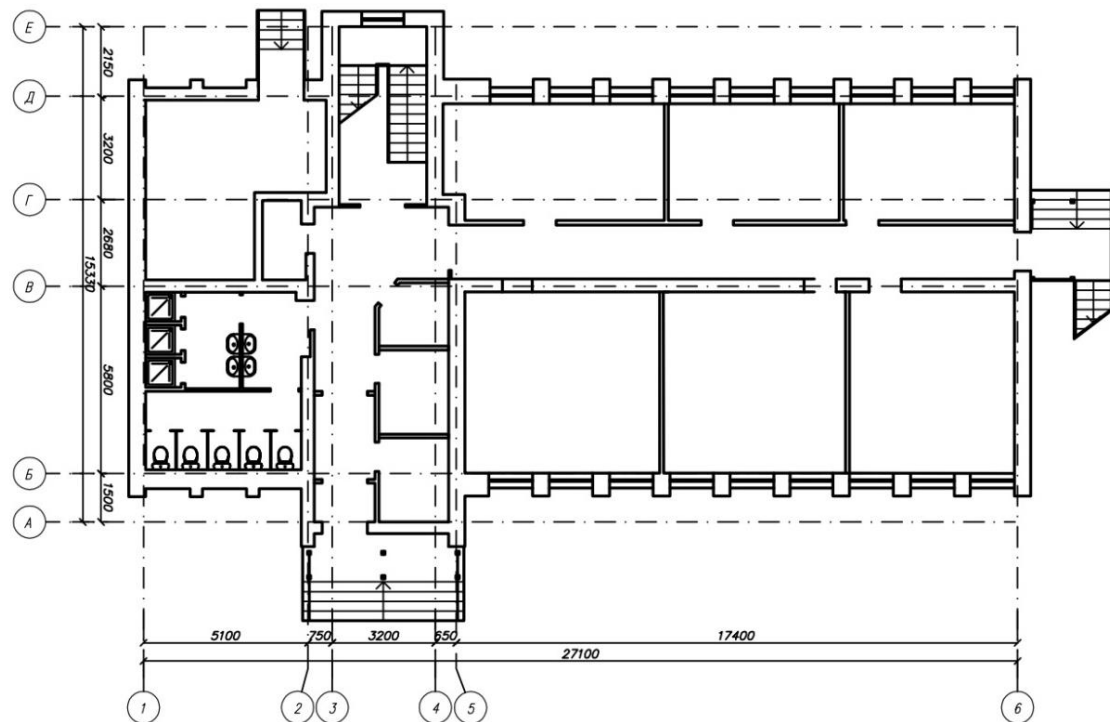
Рис. А.19. Продолжение



a)

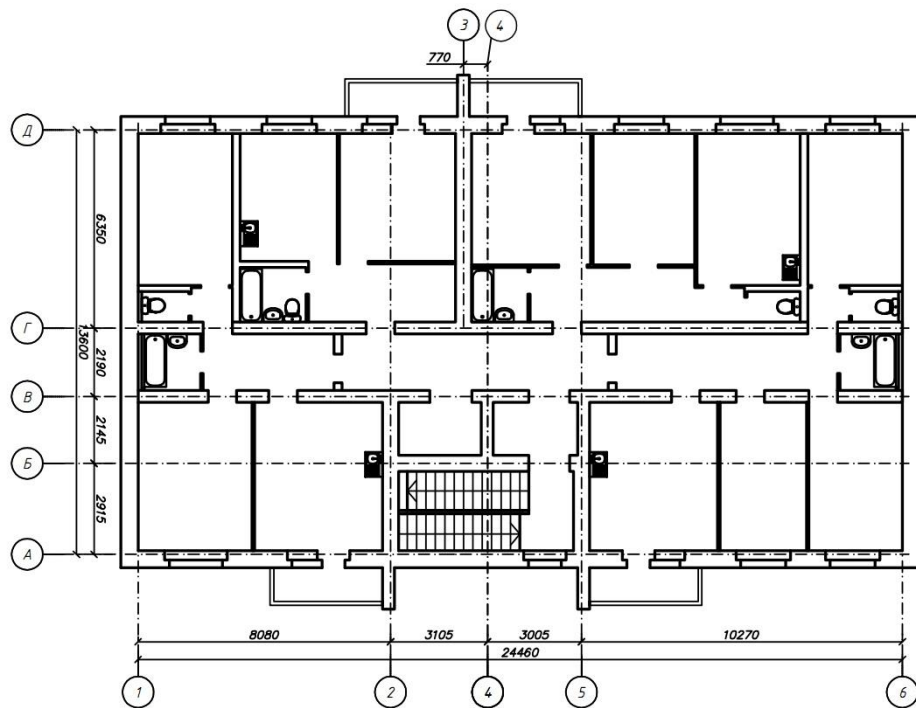
Рис. А.20. Вариант 19:

a – план типового этажа; *б* – план первого этажа



б)

Рис. А.20. Продолжение



a)

Рис. А.21. Вариант 20:

а — план типового этажа; *б* — план подвала

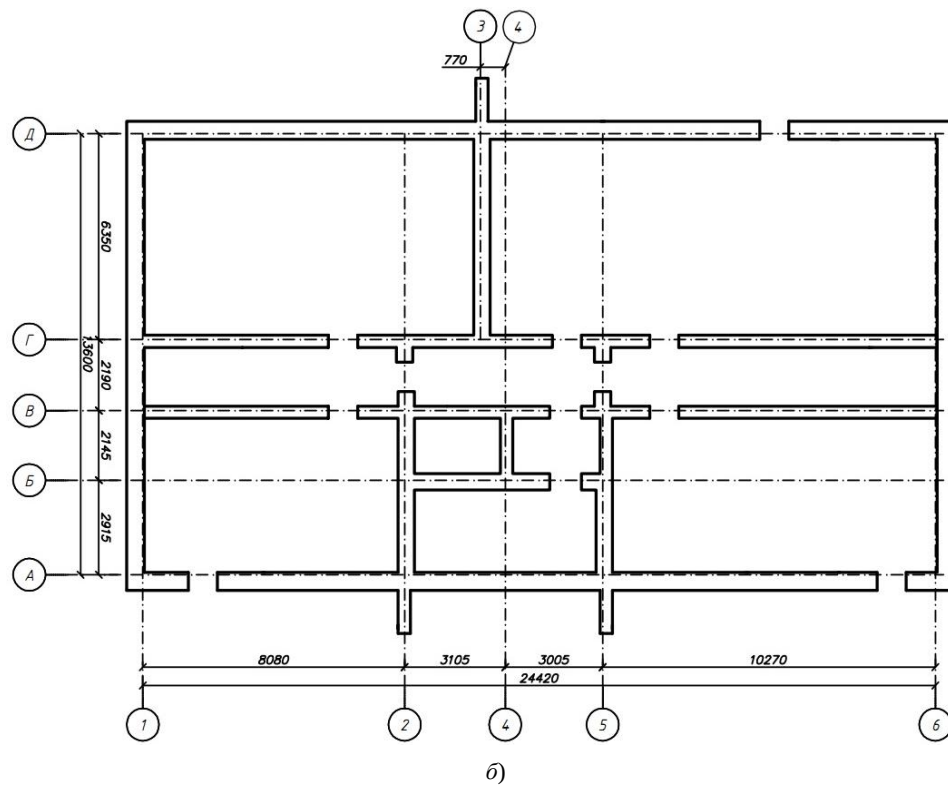


Рис. А.21. Продолжение

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ

Б.1. Расчетные расходы воды и стоков для санитарно-технических приборов

№	Санитарные приборы	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			Расход стоков от прибора, л/с	Минимальные диаметры условного прохода, мм	
		общий	холодной	горячей	общий	холодной	горячей		подводки	отвода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Умывальник, раковина с водоразборным краном	0,1	0,1	–	30	30	–	0,15	10	32
2	То же, со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	0,15	10	32
3	Раковина, мойка инвентарная с водоразборным краном и колонка лабораторная водоразборная	0,15	0,15	–	50	50	–	0,3	10	40
4	Мойка (в том числе лабораторная) со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	1,0	10	40
5	Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	280	220	1,0	15	50
6	Ванна со смесителем (в том числе общим для ванн и умывальника)	0,25	0,18	0,18	300	200	200	1,1	10	40

Продолжение табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Ванна с водогрейной колонкой и смесителем	0,22	0,22	–	300	300	–	1,5	10	40
8	Ванна медицинская со смесителем условным диаметром, мм:									
	20	0,4	0,3	0,3	700	460	460	2,3	20	50
	25	0,6	0,4	0,4	750	500	500	3	25	75
	32	1,4	1	1	1060	710	710	3	32	75
9	Ванна ножная со смесителем	0,1	0,07	0,07	220	165	165	0,5	10	40
10	Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	100	60	60	0,2	10	40
11	Душевая кабина с глубоким душевым поддоном и смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	0,6	10	40
12	Душ в групповой установке со смесителем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	0,2	10	50
13	Гигиенический душ (биде) со смесителем и азратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	0,15	10	32
14	Нижний восходящий душ	0,3	0,2	0,2	650	430	430	0,3	15	40

Окончание табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Колонка в мыльне с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	–	1000	1000	–	0,4	20	–
16	Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	–	83	83	–	1,6	8	85
17	Унитаз со смывным краном	1,4	1,4	–	81	81	–	1,4	–	85
18	Писсуар	0,0325	0,0325	–	36	36	–	0,1	10	40
19	Писсуар с полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	–	36	36	–	0,2	15	40
20	Питьевой фонтанчик	0,04	0,04	–	72	72	–	0,05	10	25
21	Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	0,3	15	–
22	Трап условным диаметром, мм:									
	50	–	–	–	–	–	–	0,7	–	50
	100	–	–	–	–	–	–	1,1	–	100
23	Посудомоечная машина	0,2	0,2	–	9	9	–	0,15	15	20
24	Стиральная машина	0,2	0,2	–	60	60	–	1	15	20

Б.2. Расчетные расходы воды потребителями

№	Водопотребители	Единица измерения	Расчетные расходы воды, л				Расход воды прибором, л/с (л/ч)		Т, ч
			среднесуточные		в час наибольшего водопотребления		общий (холодной и горячей)	холодной или горячей	
			общий	горячей	общий	горячей			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Жилые дома квартирного типа:								
	- с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	70	-	5	-	0,2 (50)	0,2 (50)	24
	- с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе		110	-	8,1	-	0,3 (300)	0,3 (300)	24
	- с водопроводом, канализацией и ваннами с газовыми водонагревателями		120	-	8,7	-	0,3 (300)	0,3 (300)	24
	- с централизованным горячим водоснабжением, оборудованные умывальниками, мойками и душами		130	50	8,2	4,5	0,2 (100)	0,14 (60)	24

Продолжение табл. Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	- с сидячими ваннами, оборудованными душами	1 житель	160	65	10,3	5,7	0,3 (300)	0,2 (200)	24
	- с ваннами длиной от 1500 мм, оборудованными душами	1 житель	180	70	11,6	6,5	0,3 (300)	0,2 (200)	24
2	Общежития:								
	- с общими душевыми	1 человек	85	45	10,4	5,4	0,2 (100)	0,14 (60)	24
	- с душами при всех жилых комнатах		110	50	12,5	7	0,2 (100)	0,14 (60)	24
	- с общими кухнями и блоками душевых на этажах при жилых комнатах в каждой секции здания		120	70	10,2	6,38	0,2 (100)	0,14 (60)	24
3	Гостиницы, пансионаты и мотели:								
	- с общими ваннами и душами	1 человек	120	60	12,5	7	0,3 (300)	0,2 (200)	24
	- с душами во всех отдельных номерах		230	120	19	10,2	0,14 (115)	0,14 (80)	24
	- с ваннами в отдельных номерах, % общего числа номеров:								
	до 25	1 человек	200	85	22,4	8,8	0,3 (250)	0,2 (180)	24
	до 75		250	130	28	12,8	0,3 (280)	0,2 (190)	24
	до 100		300	160	30	13,6	0,3 (300)	0,2 (200)	24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Больницы:								
	- с общими ваннами и душами	1 койка	115	65	8,4	4,6	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с санузлами, приближенными к палатам		200	75	12	6,55	0,3(300)	0,2(200)	24
	- инфекционные		240	95	14	8,1	0,2(200)	0,14(120)	24
5	Санатории и дома отдыха:								
	- с общими душами	1 место	130	55	12,5	7	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с душами при всех жилых комнатах		150	65	12,5	7	0,2(100)	0,14(60)	24
	- с ваннами при всех жилых комнатах		200	100	10	4,2	0,3(300)	0,2(200)	24
6	Поликлиники и амбулатории	1 больной в смену	13	4,4	2,6	1	0,2(80)	0,14(60)	10
7	Дошкольные образовательные организации:								
	с дневным пребыванием детей:								
	- со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	22	10	9,5	3,8	0,14(100)	0,1(60)	10
	- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		60	21	18	6,8	0,2(100)	0,14(60)	10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	с круглосуточным пребыванием детей:								
	- со столовыми, работающими на полуфабрикатах	1 ребенок	40	20	10	3,8	0,14(100)	0,1(60)	24
	- со столовыми, работающими на сырье, и прачечными, оборудованными автоматическими стиральными машинами		90	25	18	6,8	0,2(100)	0,14(60)	24
8	Прачечные:								
	- механизированные	1 кг сухого белья	75	21,3	75	21,3	По технологическим данным		-
	- немеханизированные		40	12,8	40	12,8	0,3(300)	0,2(200)	-
9	Административные здания	1 работающий	12	4,5	4	1,7	0,14(80)	0,1(60)	8
10	Образовательные организации, организации профессионального и высшего образования								
	с душевыми в гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию	1 учащийся и 1 преподаватель	17,2	5	2,7	1	0,14(100)	0,1(60)	8
11	Лаборатории								
	общеобразовательных организаций и организаций профессиональных и высшего образования	1 прибор в смену	220	95	43,2	18,4	0,2(200)	0,2(200)	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Образовательные организации:								
	- с душевыми при гимнастических залах и столовым, работающими на полуфабрикатах	1 учащийся и 1 преподаватель	16	5	3,5	1,2	0,14	100	8
	- то же, с продленным днем		12	2,9	3,1	0,85	0,14	100	8
13	Образовательные организации - интернаты с помещениями:								
	- учебными (с душевыми при гимнастических залах)	1 учащийся и 1 преподаватель	9	2,7	3,1	0,85	0,14	100	24
	- спальными	1 место	70	30	9	5,1	0,14	100	-
14	Аптеки:								
	- торговый зал и подсобные помещения	1 место	12	4	4	1,7	0,14	60	12
	- лаборатория приготовления лекарств		310	47	32	7	0,2	300	12
15	Предприятия общественного питания с приготовлением пищи:								
	- реализуемой в обеденном зале	1 условное блюдо, в т.ч.	12	3,4	12	3,4	0,3	300	-
	- продаваемой на дом	2л на мытье	10	2,6	10	2,6	0,3	300	-

Продолжение табл. Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Магазины:								
	- продовольственные	1 работник в смену или 20 м ² торгового зала	250	55	37	8,2	0,3	300	8
	- промтоварные	1 работник в смену	12	4	4	1,7	0,14	80	8
17	Парикмахерские	1 рабочее место в смену	56	28	9	4	0,14	60	12
18	Кинотеатры	1 место	4	1,3	0,5	0,17	0,14	80	4
19	Клубы	1 место	8,6	2,2	0,9	0,34	0,14	80	
20	Театры:								
	- для зрителей	1 место	10	4	0,9	0,26	0,14	60	4
	- для артистов	1 артист	40	21	3,4	1,9	0,14	80	8
21	Стадионы и спортзалы:								
	- для зрителей	1 место	3	0,85	0,3	0,85	0,14	60	4
	- для физкультурников (с учетом приема душа)	1 физкультурник	50	25	50	25	0,2	80	11

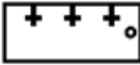
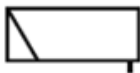
Продолжение табл. Б.2

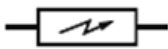
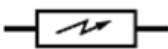
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	- для спортсменов	1 спортсмен	100	51	10	51	0,2(80)	0,14(50)	11
22	Плавательные бассейны:								
	- пополнение бассейна	% вместимости бассейна в сутки	10	-	-	-	-	-	8
	- для зрителей	1 место	3	0,85	0,3	0,09	0,14(60)	0,1(40)	6
	- для спортсменов (с учетом приема душа)	1 спортсмен (1 физкультурник)	100	51	100	51	0,2(80)	0,14(50)	8
23	Бани:								
	- для мытья в мыльной с тазами на скамьях и ополаскиванием в душе	1 посетитель	180	100	180	100	0,4(180)	0,4(120)	3
	- то же, с приемом оздоровительных процедур и ополаскиванием в душе		290	160	290	160	0,4(290)	0,4(190)	3
	- душевая кабина		360	200	360	200	0,2(360)	0,14(240)	3
	- ванная кабина		540	300	540	300	0,3(540)	0,2(360)	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	Душевые в бытовых помещениях промышленных предприятий	1 душе- вая сетка в смену	500	230	500	230	0,2(500)	0,14(270)	-
25	Цеха:								
	- с тепловыделениями св. 84 кДж на 1 м³/ч	1 чел. в смену	45	20,4	14,1	7,1	0,14(60)	0,1(40)	6
	- остальные цеха		25	9,4	9,4	3,7	0,14(60)	0,1(40)	8
26	Расход воды на поливку:								
	- травяного покрова	1 м²	3	-	-	-	-	-	-
	- футбольного поля		0,5	-	-	-	-	-	-
	- остальных спортивных сооружений		1,5	-	-	-	-	-	-
	- совершенствованных покрытий, тротуаров, площадей, заводских проездов		0,4-0,5	-	-	-	-	-	-
	- зеленых насаждений, газонов и цветников		3-6	-	-	-	-	-	-
27	Заливка поверхности катка	1 м²	0,5	-	-	-	-	-	-

Условные обозначения

В.1. Условные графические обозначения элементов внутренних систем водоснабжения и канализации

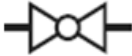
№ п/п	Наименование	Условное обозначение	
		Вид сверху	Вид спереди или сбоку
1	2	3	4
1	Раковина		
2	Мойка		
3	Умывальник		
4	Умывальник угловой		
5	Умывальник груп- повой		
6	Умывальник груп- повой круглый		
7	Ванна		
8	Ванна ножная		
9	Поддон душевой		

1	2	3	4
10	Биде		
11	Унитаз		
12	Чаша напольная		
13	Писсуар настенный		
14	Писсуар напольный		
15	Слив больничный		
16	Трап		
17	Воронка спускная		
18	Воронка внутреннего водостока		
19	Сетка душевая		
20	Фонтанчик питьевой		
21	Водонагреватель электрический проточный		
22	Водонагреватель электрический накопительный		

**В.2. Условные графические обозначения основной
трубопроводной арматуры (устройств)**

№ п/п	Наименование	Условное обозначение
1	2	3
1	Клапан запорный: а) проходной б) угловой	 
2	Клапан трехходовой	
3	Клапан мембранный (диафрагмовый)	
4	Клапан регулирующий: а) проходной б) угловой в) тройной	  

1	2	3
5	Клапан обратный: а) проходной б) угловой	 
6	Клапан предохранительный: а) проходной б) угловой	 или   или 
7	Клапан дроссельный	
8	Клапан редукционный	
9	Клапан терморегулирующий: а) проходной б) смесительный	 

1	2	3
10	Задвижка (общее обозначение)	
11	Задвижка шланговая	
12	Затвор дисковый	
13	Кран пробковый: а) проходной б) угловой	 
14	Кран пробковый трехходовой	
15	Кран четырёхходовой	
16	Кран шаровый	
17	Кран шаровый трехходовой	

1	2	3
18	Воздухоотводчик автоматический	
19	Воздухоотводчик ручной радиаторный	 или 
20	Кран водоразборный	
21	Кран писсуарный	
22	Кран (клапан) пожарный	
23	Кран поливочный	
24	Кран двойной регулировки	
25	Смеситель: а) общее обозначение б) с поворотным изливом в) с душевой сеткой	  

Окончание табл. В.2

1	2	3
	г) для биде	
26	Водомер (счетчик воды)	
27	Расходомер, общее обозначение	

В.3. Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов наружных сетей и внутренних систем водоснабжения

№ п/п	Наименование	Буквенно-цифровое обозначение
1	Водопровод хозяйственно-питьевой	В1
2	Водопровод противопожарный	В2
3	Водопровод производственный:	
	- общее обозначение	В3
	- оборотной воды, подающий	В31
	- оборотной воды, обратный	В32
	- умягченной воды	В33
	- воды из поверхностных источников (речной, озерной и т.п.)	В34
	- осветленной воды из поверхностных источников	В35
	- подземной воды	В36
	- морской воды	В37
Примечания 1. Для трубопроводов систем водоснабжения при разных параметрах и свойствах воды принимают обозначения: - от В11 до В19 для трубопроводов, указанных в пункте 1; - от В21 до В29 для трубопроводов, указанных в пункте 2; - от В31 до В39 для трубопроводов, указанных в пункте 3. Для трубопроводов систем водоснабжения, не предусмотренных таблицей 15, принимают обозначения от В41 до В99. 2. В том случае, когда хозяйственно-питьевой или производственный водопровод является одновременно противопожарным, ему присваивают обозначение хозяйственно-питьевого или производственного водопровода, а назначение разъясняют на чертежах или схемах.		

В.4. Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов наружных сетей и внутренних систем канализации

№ п/п	Наименование	Буквенно-цифровое обозначение
1	Канализация бытовая	K1
2	Канализация дождевая	K2
3	Канализация производственная:	
	- общее обозначение	K3
	- механически загрязненных вод	K31
	- иловая	K32
	- шламосодержащих вод	K33
	- химически загрязненных вод	K34
	- кислых вод	K35
	- щелочных вод	K36
	- кислощелочных вод	K37
	- цианосодержащих вод	K38
	- хромосодержащих вод	K39
Примечания 1. Для систем канализации (водоотведения) при разных параметрах и свойствах воды принимают обозначения: - от K11 до K19 для трубопроводов систем канализации, указанных в п. 2; - от K21 до K29 для трубопроводов систем канализации, указанных в п. 3; 2. Если требуется показать, что участок сети канализации является напорным, то буквенно-цифровое обозначение дополняют прописной буквой "Н", например K31Н.		

Пример выполнения плана и схем систем

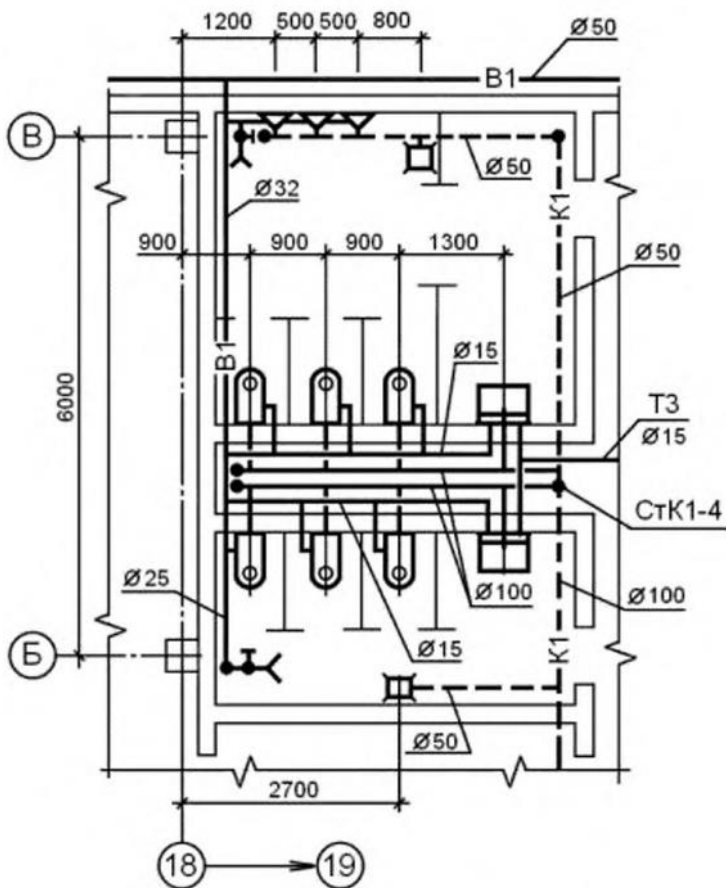


Рис. Г.1. Пример выполнения плана систем водоснабжения и водоотведения

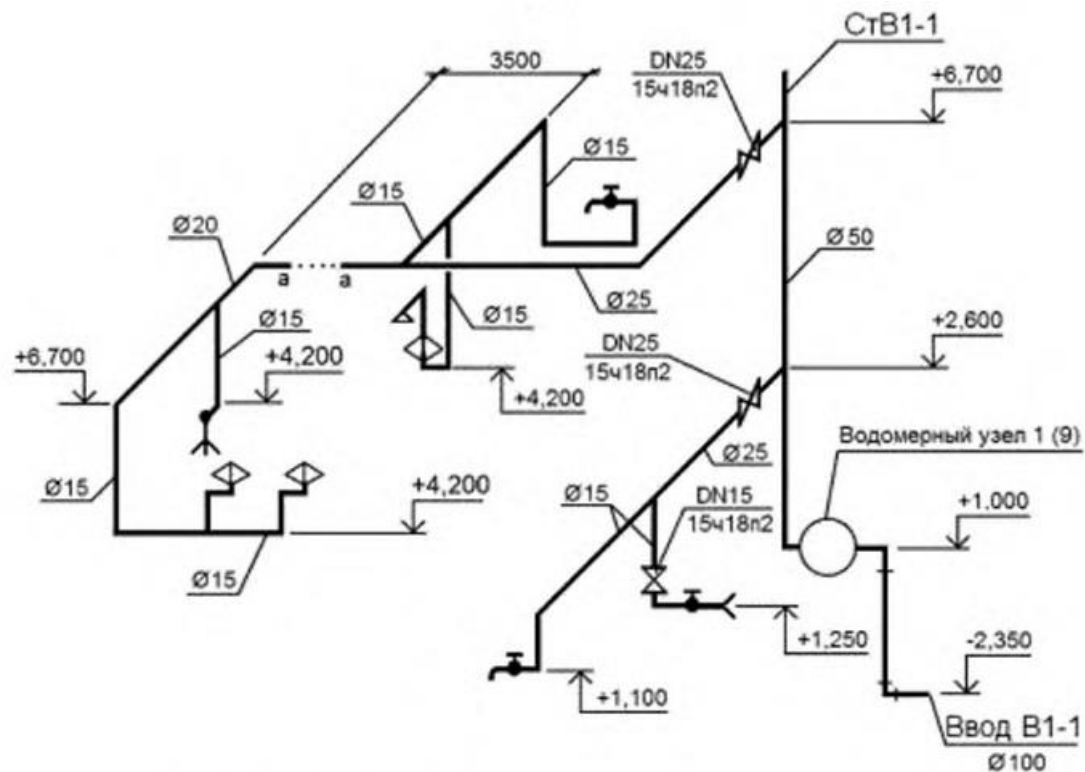


Рис. Г.2. Пример аксонометрической схемы системы водоснабжения

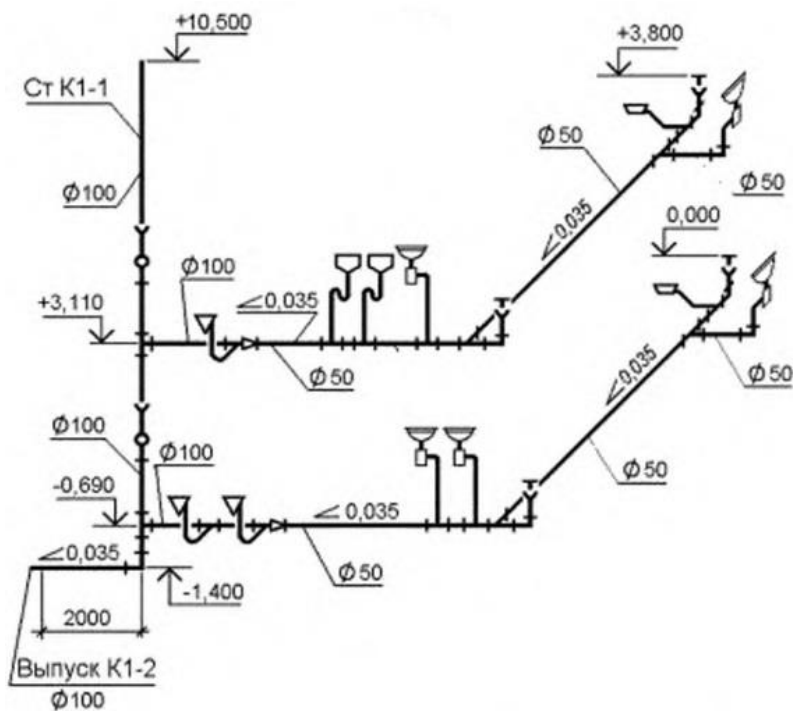


Рис. Г.3. Пример аксонометрической
схемы системы водоотведения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	4
1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	6
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	8
2.1. Определение расчетных расходов воды	8
2.2. Гидравлический расчет систем водоснабжения	17
2.2.1. Определение диаметров труб и потерь напора	19
2.2.2. Подбор счетчиков воды	20
2.2.3. Определение требуемого напора	24
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ	36
3.1. Конструирование системы водоотведения	38
3.3. Расчет внутренней канализации	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	50
Приложение А	50
Приложение Б	88
Приложение В	99
Приложение Г	108

Учебное электронное издание

ПОПОВ Олег Николаевич
ГРИБКОВ Алексей Николаевич

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Л. В. Комбарова
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова
Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

ISBN 978-5-8265-2890-7



Подписано к использованию 24.03.2025.
Тираж 50 шт. Заказ № 46

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14
Тел./факс (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru