

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. Ю. Плавич, И. С. Александров

ОСНОВЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Расчёт водопровода и водоотведения жилого здания

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ» в
качестве учебно-методического пособия по выполнению курсовой работы
для студентов бакалавриата, обучающихся
по направлению подготовки 08.03.01 – Строительство

Калининград

Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»

2021

УДК 697.443.001.63 (035.5)

РЕЦЕНЗЕНТ

д-р техн. наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
А. А. Герасимов

Плавич, А. Ю.

Основы водоснабжения и водоотведения. Расчёт водопровода и водоотведения жилого здания: учеб.-методич. пособие по выполнению курсовой работы / **А. Ю. Плавич, И.С. Александров.** – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 58 с.

Изложена методика расчёта внутренних сетей водоснабжения и водоотведения многоквартирного жилого дома.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам бакалавриата, обучающимся по направлению подготовки 08.03.01 – Строительство, при выполнении ими курсовой работы по дисциплине «Основы водоснабжения и водоотведения».

Ил. 12, табл. – 14, список лит. – 10 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «9» ноября 2021, протокол № 03

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией строительного факультета ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «27» ноября 2021, протокол № 3

УДК 697.443.001.63 (035.5)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2021 г.

© Плавич, А. Ю., Александров, И.С., 2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Задание, требования к результатам	4
2. Методические указания к выполнению работы	7
2.1. Расчёт системы холодного водоснабжения	7
2.1.1. Определение расчётных расходов	14
2.1.2. Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения	19
2.1.3. Подбор счётчика воды	25
2.1.4. Определение требуемого напора на вводе, подбор насоса	29
2.2. Расчёт системы бытового водоотведения.....	30
2.2.1. Конструирование внутридомовой водоотводящей сети	30
2.2.2. Гидравлический расчёт внутриквартальной хозяйственно-бытовой водоотводящей сети	31
2.2.3. Построение профиля сети	37
2.3. Расчёт системы ливневого водоотведения	39
2.3.1. Расчёт внутренних водостоков	39
2.3.2. Гидравлический расчёт внутриквартальной сети ливневого водоотведения	42
Литература	43
Приложения	44
Приложение 1	44
Приложение 2	45
Приложение 3	48
Приложение 4	56

1. ЗАДАНИЕ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ

В рамках данной работы необходимо произвести расчёт системы холодного водоснабжения и водоотведения многоквартирного жилого дома.

Рассчитываемый объект расположен в г. Калининграде. Грунты на площадке (её генплан представлен на рис. 1) строительства непросадочные, грунтовые воды отсутствуют.

Жилой пятиэтажный дом состоит из двух однотипных секций. План типового этажа секции приведён на рис. 2. Каждая секция рассчитана на 15 квартир, всего в здании $n = 30$ квартир. Расчётная заселённость квартиры $V_0 = 3,5$ чел./кв. Количество потребителей составит $U = n \cdot V_0 = 30 \cdot 3,5 = 105$ чел.

Расход воды на поливку прилегающих территорий составляет $Q_{пол} = 2,2$ м³/сут.

Свободный напор (давление) у диктующего санитарно-технического прибора, принят согласно п. 8.21 [2] 20 м вод. ст.

В здании предусмотрен эксплуатируемый подвал высотой 2 м (рис. 3) и технический этаж (чердак) высотой 2 м (рис. 4). Высота жилого этажа (в свету) – 2,7 м, толщина междуэтажного перекрытия 0,3 м, кровля плоская.

Здание оборудовано системой централизованного внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода холодной и горячей воды, бытовой канализацией и внутренним водостоком.

В квартирах на кухнях установлены мойки со смесителями, в санузлах – унитазы со смывными бачками, в ванных комнатах – полотенцесушители, умывальники со смесителями, ванны длиной 1500 мм, оборудованные смесителями с душевой сеткой на гибком шланге.

Согласно техническим условиям проектируемое здание снабжается холодной водой от городской сети диаметром 300 мм, наименьший (гарантийный) напор в точке подключения к городскому водопроводу $H_g = 20$ м вод. ст. (или $20 \cdot 9,81 = 294,3$ кПа).

Бытовые сточные воды отводятся во внутриквартальную канализационную сеть диаметром 150 мм, внутренние водостоки – во внутриквартальную дождевую сеть диаметром 200 мм.

Результаты работы представляются в виде расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- задание и исходные данные;
- трассировку (расположение) внутриквартальных сетей;
- выбор системы внутреннего водопровода;
- определение места (мест) подключения ввода (вводов) к наружному водопроводу;

- рациональную трассировку магистральных трубопроводов, стояков и подводок внутренней водопроводной сети;
- определение расчётных расходов водопотребления объекта;
- гидравлический расчёт водопроводной сети;
- расчёт и подбор специального оборудования, необходимого для эксплуатации системы;
- профиль самого длинного участка внутриквартальной сети канализации;
- список использованной литературы.

Графическая часть выполняется на одном стандартном листе А1, допускается использование меньших стандартных форматов. В графическую часть входят:

1. Генплан участка в масштабе 1: 1000 с нанесенными сетями водопровода и канализации. На плане должны быть показаны водопроводные и канализационные колодцы, привязочные размеры, диаметры и длины участков трубопроводов.

2. Планы типового этажа, подвала здания, технического этажа (чердака) с учетом требований ГОСТ в масштабе 1: 200 (1: 100). На плане типового этажа показываются пронумерованные водопроводные и канализационные стояки, подводки водопровода и отводные трубы канализации с учетом требований [5].

На плане подвала показываются: ввод водопровода, водомерный узел, насосы-повысители, магистральные трубопроводы, стояки, поливочные краны, отключающие вентили, выпуски канализации с колодцами дворовой сети, прочая арматура и оборудование. На участках выпусков указываются их диаметры, длины, уклоны, а также местоположение прочисток.

3. Аксонометрические схемы внутренней водопроводной сети и ввода в масштабе 1: 200 (100) с учетом требований ГОСТ 21.206-2012 и ГОСТ 2.782-96.

Если подводки к водоразборным точкам на всех этажах одинаковы, то достаточно их показать только для одного (верхнего) этажа. На остальных этажах показывают ответвления от стояков.

На схемах должны быть показаны расчетные участки, их диаметры и длины, а также размещение запорных устройств. Должны быть указаны абсолютные отметки поверхности земли, пола, подвала и этажей, оси труб ввода, водомерного узла, магистрали, поливочных кранов и диктующего водоразборного крана.

4. Аксонометрическая схема канализационной (хозяйственно-бытовой и ливневой) сети с одним выпуском в масштабе 1: 200 (100).

На схемах показываются условными обозначениями санитарные приборы, все фасонные части, гидравлические затворы, ревизии, прочистки с учетом требований ГОСТ.

На отводных линиях проставляются диаметры, длины, уклоны и отметки начала и конца участков. На схеме указываются: смотровой колодец, его номер, глубина, отметки лотка, поверхности земли и пола подвала, диаметр, длина, уклон выпуска и отметки трубы выпуска.

5. Продольный профиль внутриквартальной канализации в масштабах: горизонтальный 1: 500, вертикальный 1: 100. На профиле показываются отметки земли и лотков труб, их диаметры, длины, уклоны и номера колодцев.

В учебно-методическом пособии приводится пример задания и его решения. Персональные задания для выполнения работы выдаются преподавателем и содержат:

1. План типового этажа многоэтажного жилого дома.
2. Схему генерального плана квартала.
3. Лист с индивидуальными значениями этажности здания, уровня первого этажа, высоты этажа, толщины перекрытия, высоты подвала, высоты чердака, гарантийного напора в сети холодного водоснабжения.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

2.1. Расчёт системы холодного водоснабжения

Противопожарный водопровод в проектируемом жилом доме не требуется. В здании предусматривается устройство только системы хозяйственно-питьевого водопровода. В проекте принята тупиковая схема развязки магистральной сети.

С учётом трассировки микрорайонной сети и плана подвальных помещений ввод холодного водопровода устраивается с торца жилого дома.

Для устройства холодного водопровода применяем трубы Фузиотерм® фирмы «Акватерм» (Германия, www.aquatherm.de), изготовленные из полипропилена PP-R.

Магистральные трубопроводы прокладываются открыто под потолком подвала с уклоном 0,002 к местам опорожнения системы.

Трубы крепятся хомутами Фузиотерм с резиновыми прокладками, исключая механическое повреждение поверхности труб. Как правило, при монтаже трубопроводов различают точки жёсткого, неподвижного крепления или точки подвижного крепления, т.е. направляющей или скользящей опоры.

Расширение трубопроводов зависит от нагрева материала трубы.

С помощью точек жёсткого крепления трубопроводы разделяются на отдельные участки. Таким образом предотвращается неконтролируемое перемещение трубопроводов и гарантируется их надёжная прокладка. Точки жёсткого крепления рассчитываются и выполняются с учётом восприятия сил, возникающих при расширении трубопроводов, включая возможную дополнительную нагрузку.

Скользящие крепления должны допускать перемещение трубопровода в осевом направлении без помех, перекосов и повреждения трубы.

При проектировании холодного водопровода, в силу незначительного перепада температур, трубопровод изменяет свою длину весьма незначительно. Согласно инструкции производителя температурные деформации холодного водопровода не рассчитывают, однако оптимальное расположение стояков и ответвлений учитывают с целью обеспечения упругого изгиба.

В данной работе используем открытую прокладку трубопроводов.

Трассировка трубопроводов на планах типового этажа, подвала и чердака приведена на рис. 2–4.

Для полива прилегающей территории в нишах наружных стен здания устраиваются два поливочных крана диаметром 25 мм.

Мусоропроводы не предусмотрены.

На основании планов этажей вычерчиваем аксонометрическую схему внутреннего холодного водопровода, представляющую собой пространствен-

ную масштабную схему трубопроводов (рис. 5). По схеме определяем диктующий прибор, т.е. прибор наиболее удалённый (по длине трубопровода) и самый высокорасположенный. Гидравлические условия работы диктующего прибора будут наиболее неблагоприятными по сравнению с остальными.

В нашем случае в качестве диктующего прибора принят смеситель кухонной мойки, размещённый на пятом этаже, стояк Ст. В1-1. Далее разбиваем внутреннюю водопроводную сеть здания на расчётные участки, принимая за расчётный участок трубопровод постоянного диаметра с постоянным расходом. Точки подключений ответвлений обозначаем цифрами.

Главным будет направление от диктующего прибора до ввода в здание (1–12).

Генплан (схема)

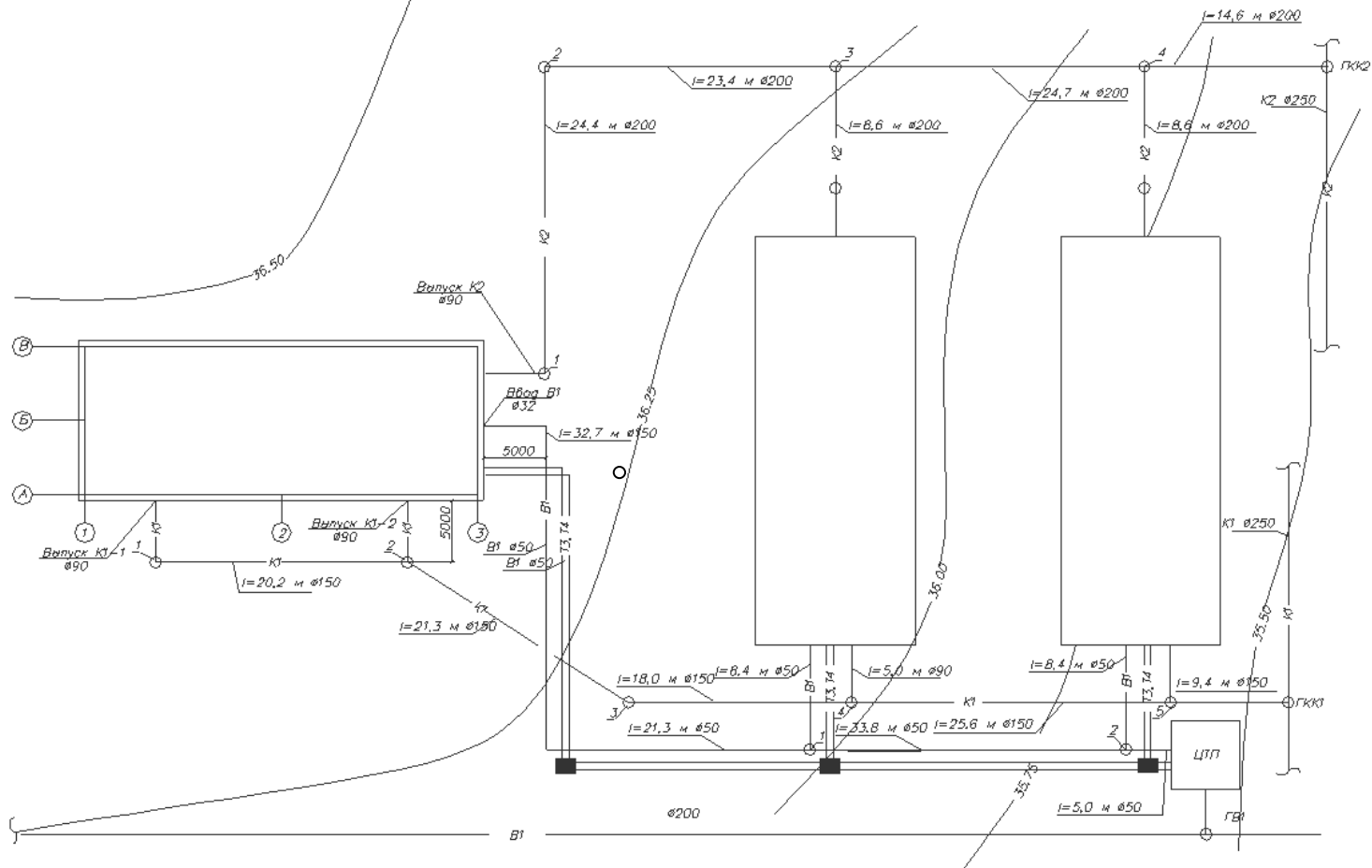


Рис. 1. Генеральный план инженерных сетей объекта

План типового этажа

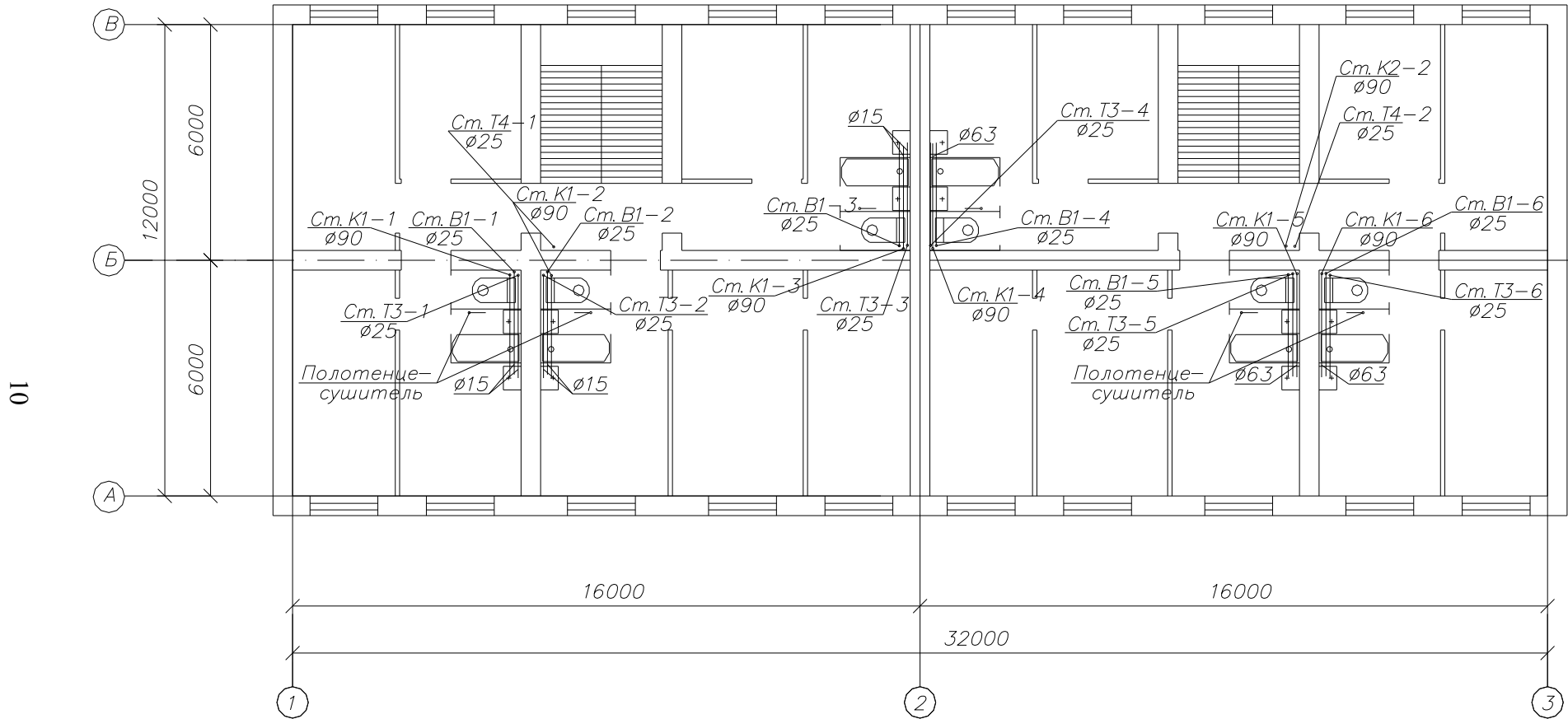


Рис. 2. Трассировка трубопроводов на планах здания: типовой этаж

План подвала

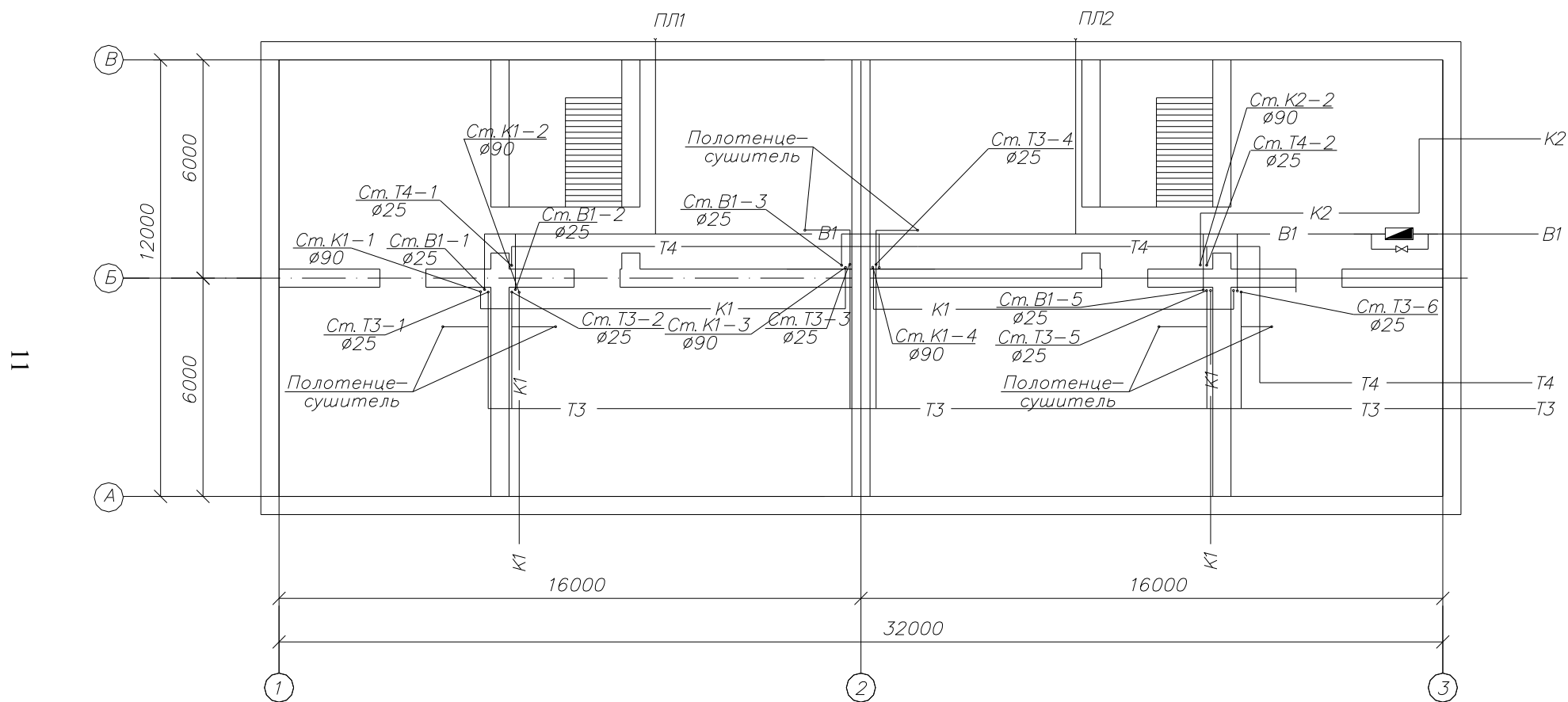


Рис. 3. Трассировка трубопроводов на планах здания: подвал

План технического этажа (чердак)

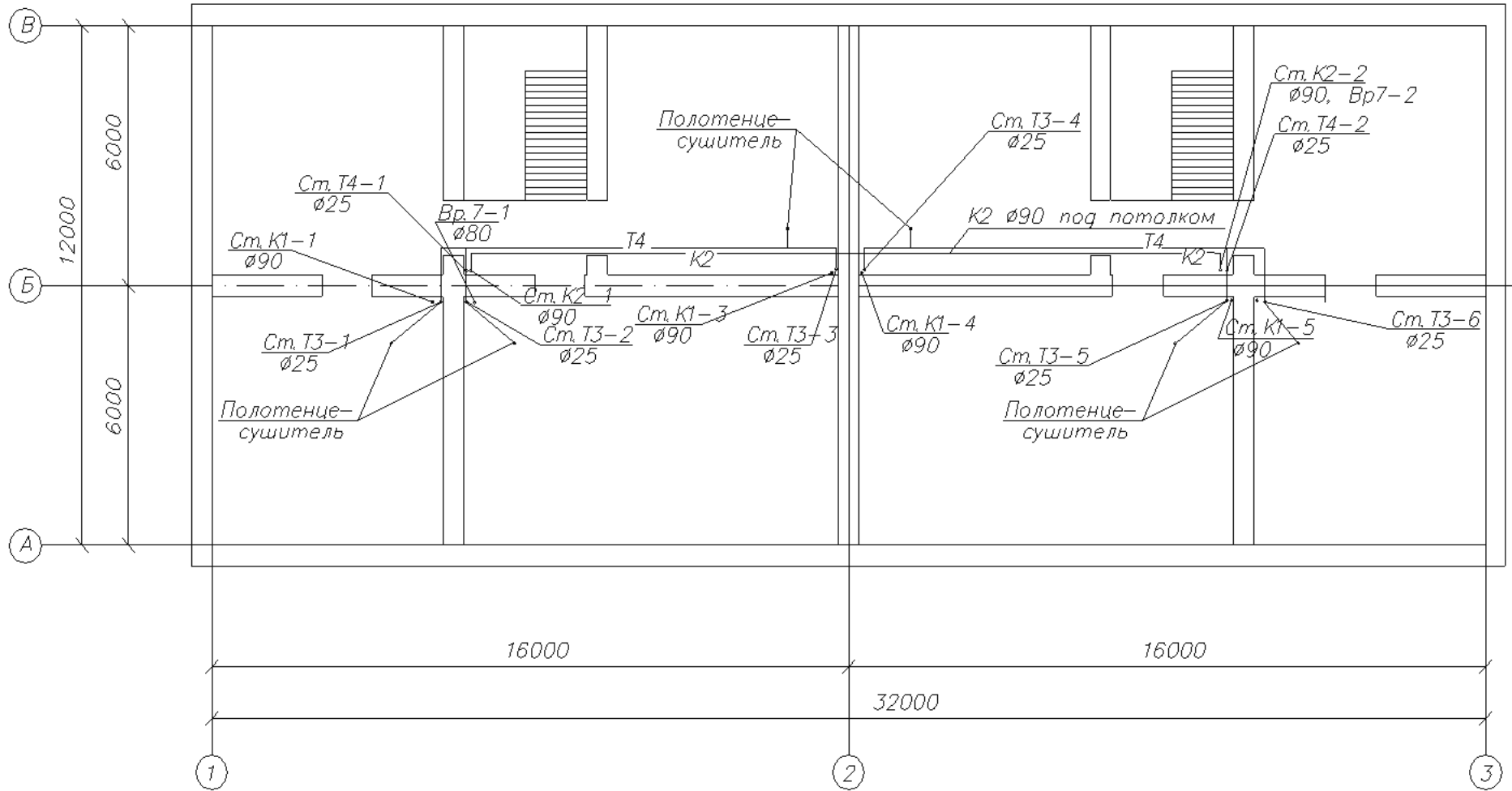


Рис. 4. Трассировка трубопроводов на планах здания: технический этаж

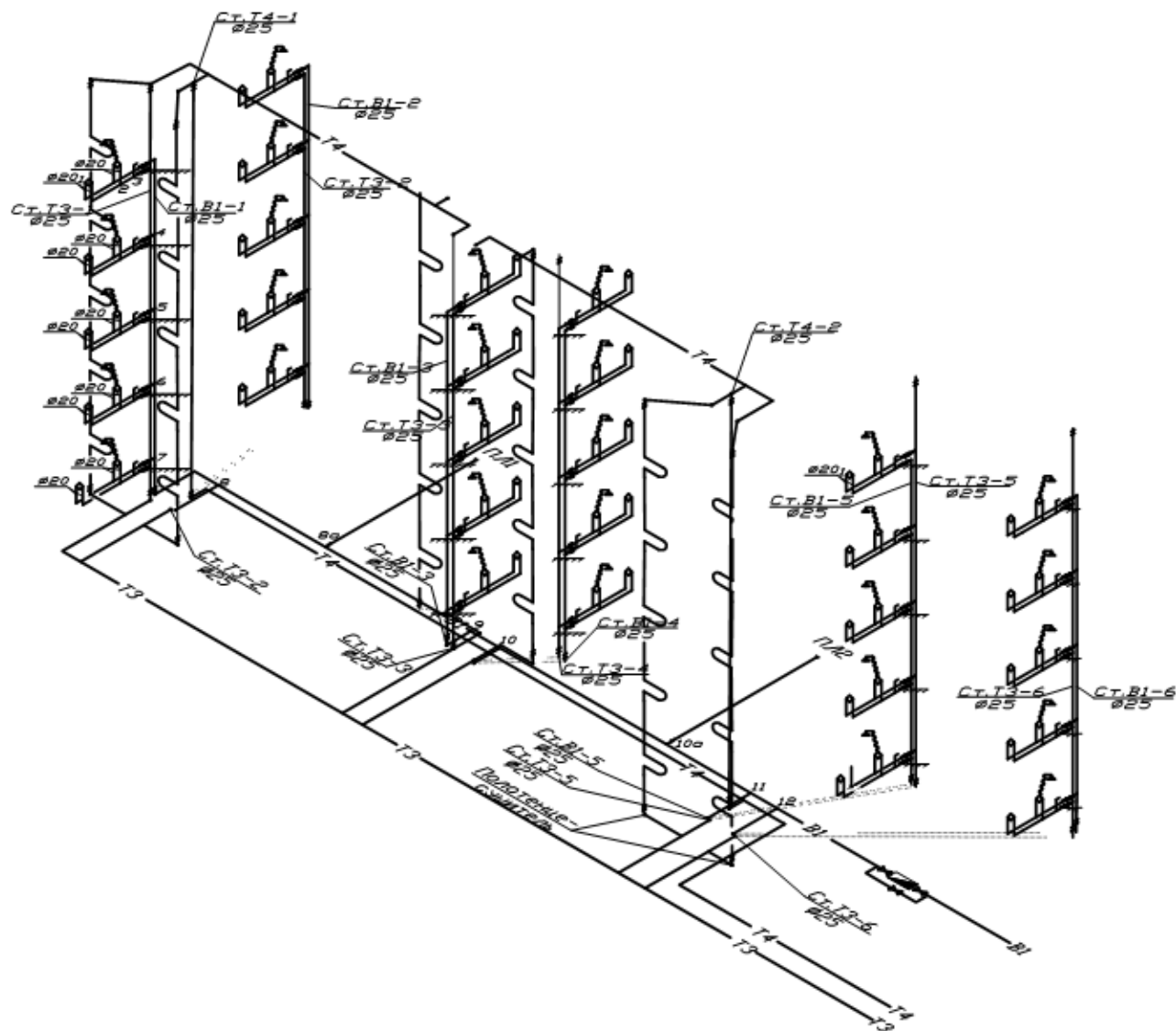


Рис. 5. Аксонометрическая схема трубопроводов В1, Т3, Т4

2.1.1. Определение расчётных расходов

В каждой квартире установлены следующие санитарно-технические приборы: ванны длиной 1500 мм, оборудованные душами, умывальник, унитаз, кухонная мойка.

Устанавливаем число водоразборных приборов:

- в квартире $N_{кв}^{tot} = N_{кв}^c = 4$; $N_{кв}^h = 3$,
- в здании $N^{tot} = N^c = 4 \cdot 30 = 120$; $N^h = 3 \cdot 30 = 90$.

В соответствии с табл. А2 [2] нормы расхода воды на одного потребителя в час наибольшего водопотребления составляют:

- общий – $q_{hr,u}^{tot} = 11,6$ л/ч;
- горячей воды – $q_{hr,u}^h = 6,5$ л/ч;
- холодной воды – $q_{hr,u}^c = 11,6 - 6,5 = 5,1$ л/ч.

По той же таблице норма расхода воды санитарно-техническим прибором:

- общий – $q_o^{tot} = 0,3$ л/с ($q_{o,hr}^{tot} = 300$ л/ч);
- холодной воды – $q_o^c = 0,2$ л/с ($q_{o,hr}^c = 200$ л/ч);
- горячей воды – $q_o^h = 0,2$ л/с ($q_{o,hr}^h = 200$ л/ч).

Число потребителей в здании $U = V_o \cdot n_{кв} = 3,5 \cdot 30 = 105$ чел. Определяем **секундную** вероятность действия приборов по формуле:

$$P^{tot} = \frac{q_{hr,u}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N^{tot}} = \frac{11,6 \cdot 105}{3600 \cdot 0,3 \cdot 120} = 0,009398;$$

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_o^c \cdot N^c} = \frac{5,1 \cdot 105}{3600 \cdot 0,2 \cdot 120} = 0,006198;$$

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_o^h \cdot N^h} = \frac{6,5 \cdot 105}{3600 \cdot 0,2 \cdot 90} = 0,01053.$$

Находим значение произведения NP и по табл. Б.2 [2] значения коэффициентов α . Промежуточные значения α следует определять интерполяцией.

Для здания:

$$N^{tot} P^{tot} = 120 \cdot 0,009398 = 1,128; \alpha^{tot} = 1,035;$$

$$N^c P^c = 120 \cdot 0,006198 = 0,744; \alpha^c = 0,828;$$

$$N^h P^h = 90 \cdot 0,01053 = 0,9477; \alpha^h = 0,941.$$

Для квартиры:

$$N_{кв}^{tot} P^{tot} = 4 \cdot 0,00924 = 0,037; \alpha_{кв}^{tot} = 0,25;$$

$$N_{кв}^c P^c = 4 \cdot 0,006096 = 0,024; \alpha_{кв}^c = 0,224;$$

$$N_{кв}^h P^h = 3 \cdot 0,01053 = 0,032; \alpha_{кв}^h = 0,241.$$

Определяем расчётные **секундные** расходы.

Для здания:

$$q^{tot} = 5 \cdot q_o^{tot} \cdot \alpha^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,035 = 1,552$$
 л/с;

$$q^c = 5 \cdot q_o^c \cdot \alpha^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,828 = 0,828$$
 л/с;

$$q^h = 5 \cdot q_o^h \cdot \alpha^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,941 = 0,941$$
 л/с.

Для квартиры:

$$q_{кв}^{tot} = 5 \cdot q_o^{tot} \cdot \alpha_{кв}^{tot} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,25 = 0,375 \text{ л/с};$$

$$q_{кв}^c = 5 \cdot q_o^c \cdot \alpha_{кв}^c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,224 = 0,224 \text{ л/с};$$

$$q_{кв}^h = 5 \cdot q_o^h \cdot \alpha_{кв}^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,241 = 0,241 \text{ л/с}.$$

Определим **часовую** вероятность действия приборов по формулам:

$$P_{hr}^{tot} = \frac{3600 \cdot P^{tot} \cdot q_o^{tot}}{q_{o,hr}^{tot}} = \frac{3600 \cdot 0,009398 \cdot 0,3}{300} = 0,0334;$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot P^c \cdot q_o^c}{q_{o,hr}^c} = \frac{3600 \cdot 0,006198 \cdot 0,2}{200} = 0,0223;$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_o^h}{q_{o,hr}^h} = \frac{3600 \cdot 0,01053 \cdot 0,2}{200} = 0,0379.$$

Находим значение произведения NP_{hr} и по табл. Б.2 [2] значения коэффициентов α_{hr} . Промежуточные значения α_{hr} определяем интерполяцией.

Для здания:

$$N^{tot}P_{hr}^{tot} = 120 \cdot 0,0334 = 4,06; \alpha_{hr}^{tot} = 2,232;$$

$$N^cP_{hr}^c = 120 \cdot 0,0223 = 2,678; \alpha_{hr}^c = 1,715;$$

$$N^hP_{hr}^h = 90 \cdot 0,0379 = 3,411; \alpha_{hr}^h = 1,996.$$

Для квартиры:

$$N_{кв}^cP_{hr}^c = 4 \cdot 0,0219 = 0,088; \alpha_{hrкв}^c = 0,328;$$

$$N_{кв}^hP_{hr}^h = 3 \cdot 0,0379 = 0,114; \alpha_{hrкв}^h = 0,359.$$

Для секции:

$$N_{секц}^{tot}P_{hr}^{tot} = 60 \cdot 0,0334 = 2; \alpha_{hr,секц}^{tot} = 1,437.$$

Определяем максимальные **часовые** расходы.

Для здания:

$$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 2,232 = 3,348 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{o,hr}^c \cdot \alpha_{hr}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 1,715 = 1,715 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot \alpha_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 1,996 = 1,996 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для квартиры:

$$q_{hrкв}^c = 0,005 \cdot q_{o,hr}^c \cdot \alpha_{hrкв}^c = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,328 = 0,328 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{hrкв}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot \alpha_{hrкв}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,359 = 0,359 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для секции:

$$q_{hr,секц}^{tot} = 0,005 \cdot q_{o,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr,секц}^{tot} = 0,005 \cdot 300 \cdot 1,437 = 2,16 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Максимальные секундные и часовые расходы определены. В дальнейшем в данном пособии осуществляется подбор трёх приборов учёта воды:

- для холодной воды (с) на квартире;

- для холодной воды (c) на доме;
- для общего расхода (tot) на всём квартале. Прибор учёта воды на квартале расположен в ЦТП и считает воду, забираемую из городского водопровода как на нужды холодного водоснабжения, так и на нужды горячего водоснабжения.

Нам потребуются среднечасовые расходы для подбора счётчиков и минимальные часовые расходы для осуществления проверки на чувствительность в соответствии с п. 12.16 в) [2]. В СП 30.13330.2020 методика определения минимального часового расхода отсутствует. Для выполнения требований п. 12.16 в) [2] используем методику определения минимального часового расхода из СП 30.13330.2016.

Определяем средний часовой расход воды q_T за расчётное время (сутки) водопотребления по (11) из [2]. Он нам потребуется для подбора прибора учёта воды.

$$q_T = q_{u,m} \cdot U / (1000 \cdot T),$$

где $q_{u,m}$ – среднесуточный расход воды, л, принимаемый по приложению А2 [2];

T - расчетное время водопотребления воды (сутки, смена), ч, принимаемое по приложению А2 [2].

Для здания:

$$q_T^{tot} = q_{u,m}^{tot} \cdot U / (1000 \cdot T) = 180 \cdot 105 / (1000 \cdot 24) = 0,788 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^c = q_{u,m}^c \cdot U / (1000 \cdot T) = (180 - 70) \cdot 105 / (1000 \cdot 24) = 0,481 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для квартиры:

$$q_{Ткв}^c = q_{u,m}^c \cdot U_{кв} / (1000 \cdot T) = (180 - 70) \cdot 3,5 / (1000 \cdot 24) = 0,016 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для квартала (три одинаковых дома – см. генплан):

$$q_{Тквартал}^{tot} = q_T^{tot} \cdot 3 = 0,788 \cdot 3 = 3,363 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициенты часовой неравномерности вычисляем по формуле (7) [3].

Максимальные для здания:

$$K_{max}^c = q_{hr}^c / q_T^c = 1,715 / 0,481 = 3,564,$$

$$K_{max}^{tot} = q_{hr}^{tot} / q_T^{tot} = 3,348 / 0,788 = 4,259,$$

где $q_{hr}^{c(tot)}$ – максимальный часовой расход холодной (tot - общий) воды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$q_T^{c(tot)}$ – средний часовой расход холодной (tot - общий) воды, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Максимальные для квартиры:

$$K_{max,кв}^c = q_{hrкв}^c / q_{Ткв}^c = 0,328 / 0,016 = 20,4.$$

Соответствующие значения минимальных коэффициентов часовой неравномерности, определённые по табл. 1, составят:

для здания:

$$K_{min}^c = 0,04 \text{ (Если } K_{max} > 3, \text{ то } K_{min} = 0,04);$$

$$K_{min}^{tot} = 0,04 \text{ (Если } K_{max} > 3, \text{ то } K_{min} = 0,04).$$

для квартиры:

$$K_{min,кв}^c = 0,04 \text{ (Если } K_{max} > 3, \text{ то } K_{min} = 0,04).$$

Таблица 1 – Определение минимального коэффициента часовой неравномерности (промежуточные значения определяются интерполяцией)

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

Минимальные часовые расходы воды $q_{hr,min}$ (холодной $q_{hr,min}^c$), м³/ч, вычисляем по (6) [3].

Для здания:

$$q_{hr,min}^c = q_T^c \cdot K_{min}^c = 0,481 \cdot 0,04 = 0,019,$$

$$q_{hr,min}^{tot} = q_T^{tot} \cdot K_{min}^{tot} = 0,788 \cdot 0,04 = 0,0315,$$

где K_{min} – минимальный коэффициент часовой неравномерности, определяемый по табл. 1 в зависимости от максимального коэффициента часовой неравномерности.

Для квартиры:

$$q_{hr,min,кв}^c = q_{Tкв}^c \cdot K_{min,кв}^c = 0,016 \cdot 0,04 = 0,0006.$$

Нами были определены минимальные часовые расходы воды на дом и на квартиру. Необходимо рассчитать их для квартала. Выполняем это суммированием расходов по зданиям в квартале – у нас три одинаковых дома, значит, повторять определение расходов для каждого дома не нужно. Полученные расходы для одного дома умножаем на три. Результаты сведём в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты расходов

Общая формула	Для холодной воды	Квартира	Дом	Квартал
$K_{max} = \frac{q_{hr}}{q_T}$	$K_{max}^c = q_{hr}^c / q_T^c$	0,328/0,016 = 20,4	1,715/0,481 = 3,564	–
K_{min} (табл. 1)	K_{min}^c	0,04	0,04	–
$q_{hr,min} = q_T \cdot K_{min}$, м ³ /ч	$q_{hr,min}^c = q_T^c \cdot K_{min}^c$	0,016 · 0,04 = 0,0006	0,481 · 0,04 = 0,019	0,019 · 3 = 0,057

Определяем расходы сточных вод.

Для стояков систем канализации расчетным расходом является максимальный секундный расход стоков (q^s , л/с) от присоединенных к стояку санитарно-технических приборов, не вызывающий срыва гидравлических затворов любых видов санитарно-технических приборов (приемников сточных вод). Этот расход определяется как сумма расчетного максимального секундного

расхода воды общей (суммарно холодной и горячей) для всех санитарно-технических приборов стояка q^{tot} (который равен $q^{tot}_{кв}$ поскольку в квартире один канализационный стояк) и расчетного максимального секундного расхода стока q^s_0 от прибора с максимальным водоотведением (как правило, принимается равным 1,6 л/с – сток от смывного бачка унитаза) по формуле (5) из [2]:

$$q^s = q^{tot} + q^s_0.$$

Для горизонтальных отводящих трубопроводов системы канализации максимальным расчетным расходом является расход q^{sL} , л/с, значение которого вычисляют в зависимости от числа санитарно-технических приборов N , присоединенных к расчетному участку сети, и длины этого трубопровода L , м, по формуле (7) [2]:

$$q^{sL} = \frac{q^{tot}_{hr}}{3,6} + K_s q^s_0,$$

где K_s – коэффициент, принимаемый по табл. 4;

q^{tot}_{hr} – общий максимальный часовой расход воды, м³, на расчетном участке.

Для жилого здания q^s_0 принимают равным 1,1 л/с – расход от заполненной ванны емкостью 150–180 л с выпуском диаметром 40–50 мм.

Следует обратить внимание, что чаще встречается единый выпуск из здания. В этом случае секционные выпуски отсутствуют и расчет сводится к определению расхода от всего здания в единый выпуск.

Определение расходов стоков сведено в табл. 3.

Таблица 3 – Определение расходов стоков

Показатели	Формула для расчета	Расчет
Расчетный максимальный секунднй расход стоков q^s для стояка, л/с	$q^s = q^{tot}_{кв} + q^s_0$ (5) [2]	0,375 + 1,6 = 1,98 л/с Проверка пропускной способности вентилируемого стояка по п. 19.2 [2] пройдена
Расчетный максимальный секунднй расход стоков q^{sL} для секционного выпуска, л/с (60 приборов на секцию, длина выпуска $L = 6 + 5 = 11$ м).	$q^{sL} = \frac{q^{tot}_{hr}}{3,6} + K_s q^s_0$ (7)[2]	$\frac{3,35}{3,6} + 0,5 \cdot 1,1 = 1,48$ л/с
Примечания: 1. При расчете по формуле (7) [2] значения K_s определяются по табл. 4 при $L = 11$ м и $N = 60$ (для секционного выпуска). Таких выпусков два, они одинаковые. 2. Величина q^s_0 в формуле (5) [2] принимается равной 1,6 л/с в соответствии с п. 5.5 [2] – как сток от прибора с максимальным секунднм расходом воды от смывного бачка (см. табл. А.1 [2]). 3. Значения q^s_0 при расчете по формуле (7) [2] принимаются равными 1,1 л/с – как расход от полностью заполненной ванны емкостью 150–180 л с выпуском \varnothing 40–50 мм (см. п. 5.7 [2]).		

Таблица 4

N	Значения K_S при L , м												
	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	0,18	0,15
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,30	0,28	0,19	0,16
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	0,16
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,23	0,20
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,50	0,44
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	0,71

Примечание. За длину L принимается расстояние от последнего на расчетном участке стояка до ближайшего присоединения следующего стояка или, при отсутствии таких присоединений, до ближайшего канализационного колодца

2.1.2. Гидравлический расчёт системы холодного водоснабжения

Определив максимальный секундный расход на вводе в здание, переходим к гидравлическому расчёту системы внутреннего трубопровода холодной воды, т.е. к нахождению максимального секундного расхода на каждом расчётном участке, подбору диаметра трубы на этом же участке и определению потерь напора на нём. Результаты расчёта представим в табличной форме (см. табл. 6).

Гидравлический расчёт начинаем с определения параметров сети по главному направлению, последовательно от диктующего прибора к вводу в здание. Для монтажа системы внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода приняты трубы Фузиотерм® SDR 11 (PN 10), изготовленные из полипропилена (PP-R).

Имея расчётный расход на участке q^c , задаёмся скоростью воды на нём. Диаметры трубопроводов внутренних водопроводных сетей следует принимать из условия максимального использования гарантированного давления воды в наружной водопроводной сети. Расчет диаметров трубопроводов ведется по максимальным секундным расходам воды. При расчёте диаметров допустимая скорость движения воды в трубопроводах определяется приложением И [2]. Согласно СП 51.13330, табл. 1, поз. 9 допустимый уровень шума в жилых комнатах квартир в ночные часы составляет 30 дБА. По аксонометрической схеме проектируемой сети и справочным данным по коэффициентам местных сопротивлений ζ (табл. 5) для арматуры и фасонных частей, значения этих коэффициентов расположены в диапазоне до 5. Таким образом, согласно прил. И [2], максимально допустимая скорость воды в трубах должна быть 1,5 м/с. **Учитывая многочисленные рекомендации литературы принимаем максимальную скорость движения воды в трубопроводах 1,2 м/с.**

Согласно табл. 7.1 [1] внутренний противопожарный водопровод можно не предусматривать.

Потери напора на участках системы холодного водоснабжения, м вод. ст., следует определять с учетом шероховатости материала труб (15) [2]:

$$H_{il} = il(1 + k_l),$$

где i - удельные потери напора единицы длины трубопровода l , м, прил. 2;

k_l - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, значения которого следует принимать: 0,2 - в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов жилых и общественных зданий, а также в сетях производственных водопроводов; 0,3 - в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий; 0,15 - в сетях объединенных производственных противопожарных водопроводов; 0,1 - в сетях противопожарных водопроводов.

По приложению 2 находим значения диаметров, скорости и удельные потери.

Коэффициент местного сопротивления определяется в зависимости от диаметра, радиуса закругления и угла поворота трубы. Для ориентировочных расчётов по рекомендации П. Г. Киселёва можно принимать следующие значения коэффициентов сопротивления в квадратичной области (табл. 5):

Таблица 5 – Приближённые значения коэффициентов местных сопротивлений [9]

Вход в трубу при острых кромках	0,5
Плавный вход в трубу	0,05–0,2
Внезапное расширение ($\omega_2 > \omega_1$)	$(\omega_2/\omega_1 - 1)^2$
Внезапное сужение ($\omega_2 < \omega_1$)	$0,5(1 - \omega_2/\omega_1)$
Переходный конус (при $d_2 = 2d_1$)	5
Переходный конус (при $d_2 \approx 0,5d_1$)	0,2
Резкий поворот на 90°	1,2
Плавный поворот на 90°	0,15
Выход из трубы под уровень	1
Дисковый клапан при полном открытии	0,1
Задвижка при полном открытии	0,11–0,12
Различные краны при полном открытии	5
Всасывающий клапан с сеткой при насосах	10
Плавный вход в канал	0,1
Вход в канал при острых входных кромках (боковое сжатие)	0,4
Плавное расширение канала ($\omega_2 > \omega_1$)	$(\omega_2/\omega_1 - 1)^2$
Плавное сужение канала ($\omega_2 < \omega_1$)	0,1

Расчёт начинаем с первого участка 1–2 (рис. 5, 6). Длина участка $l = 2$ м. По участку вода поступает к одному прибору: $N = 1$, количество пользователей $U=3,5$ чел. Расход для концевой прибора принимаем по п. 5.3, прим. 1, табл. А.1 СП 30.13330.2020. Расход для мойки составляет 0,09 л/с. Диаметр подводки принят $d^{1-2} = 20$ мм как минимально возможный. По таблицам приложения 2 интерполяцией находим, что $V = 0,44$ м/с. Полученная скорость не превысила рекомендуемую 1,2 м/с, следовательно, увеличение диаметра не требуется. Удельные потери напора на участке 1–2 составят $R = 2,03$ мбар/м = $2,03 \cdot 10,2 = 20,71$ мм в. ст./м. Потери напора по длине на всём участке (2 м) будут $H_{1-2} = 20,71 / 1000 \cdot 2 = 0,041$ м. Согласно формуле (15) [2], потери на местные сопротивления учитываем коэффициентом $k_l = 0,3$. То есть суммарные потери на участке составят $H_{1-2l} = 0,041 \cdot 1,3 = 0,053$ м.

Последующие участки не являются концевыми, и методика определения расчётных расходов должна учитывать вероятность их действия (как выполнялось ранее в п. 2.1.1.)

Поскольку ввод водопровода холодной воды осуществляется с торца здания, то главное расчётное направление «диктующий прибор – ввод» охватывает все участки внутридомовой магистрали, расположенной в подвале. Если же ввод будет выполнен по центру здания, то необходимо будет рассчитать боковое ответвление с целью определения диаметров на всей магистрали В1.

Аналогично выполняем гидравлический расчёт внутриквартирной сети (табл. 7). Для этого разбиваем внутриквартирную сеть на участки.

Участок сети ЦТП-ГВ1 (городской водопровод) рассчитан на общий секундный расход q^{tot} для объекта с учётом подачи на приготовление горячей воды.

Внутриквартирные сети прокладываем бесканально. С учётом заземления труб грунтом специальной компенсации температурных удлинений не требуется.

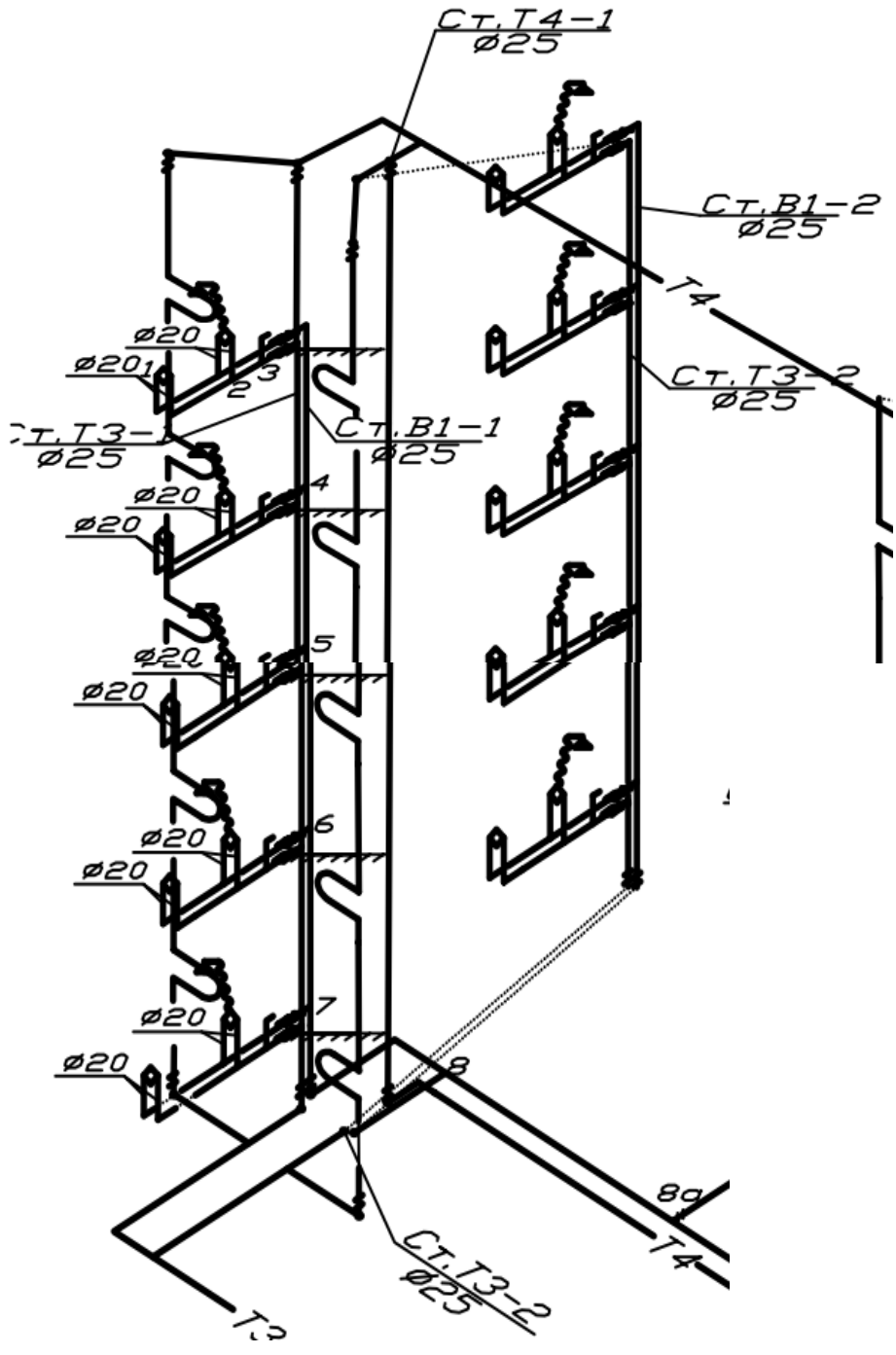
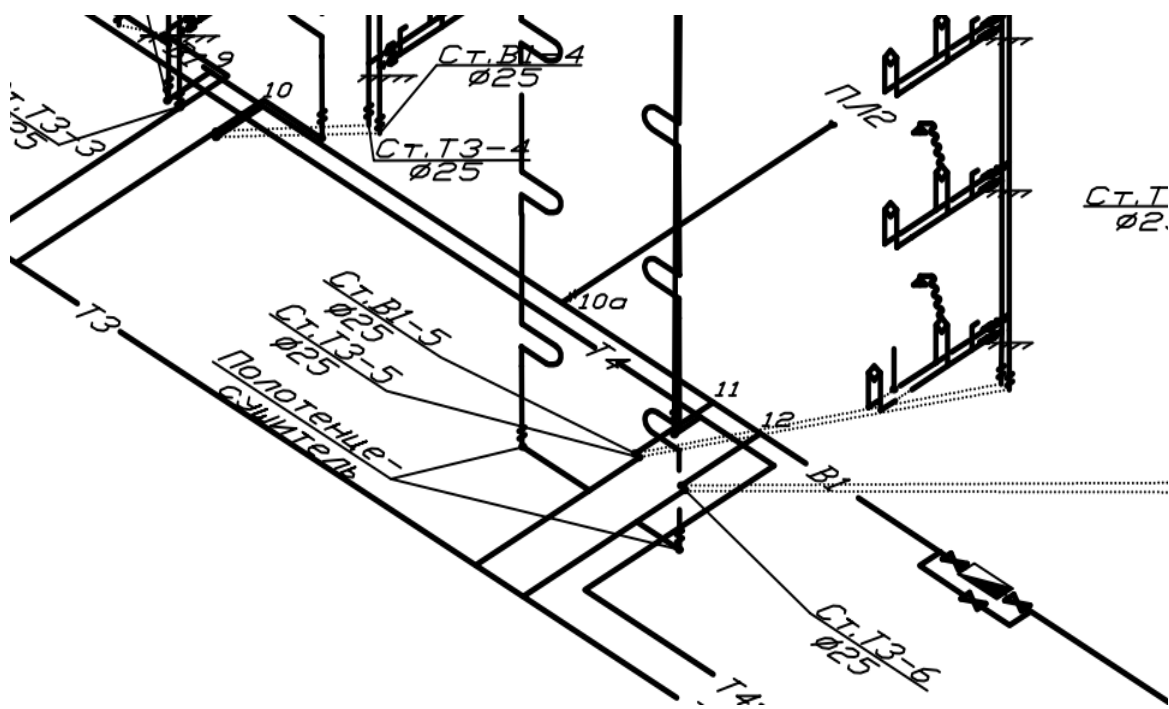
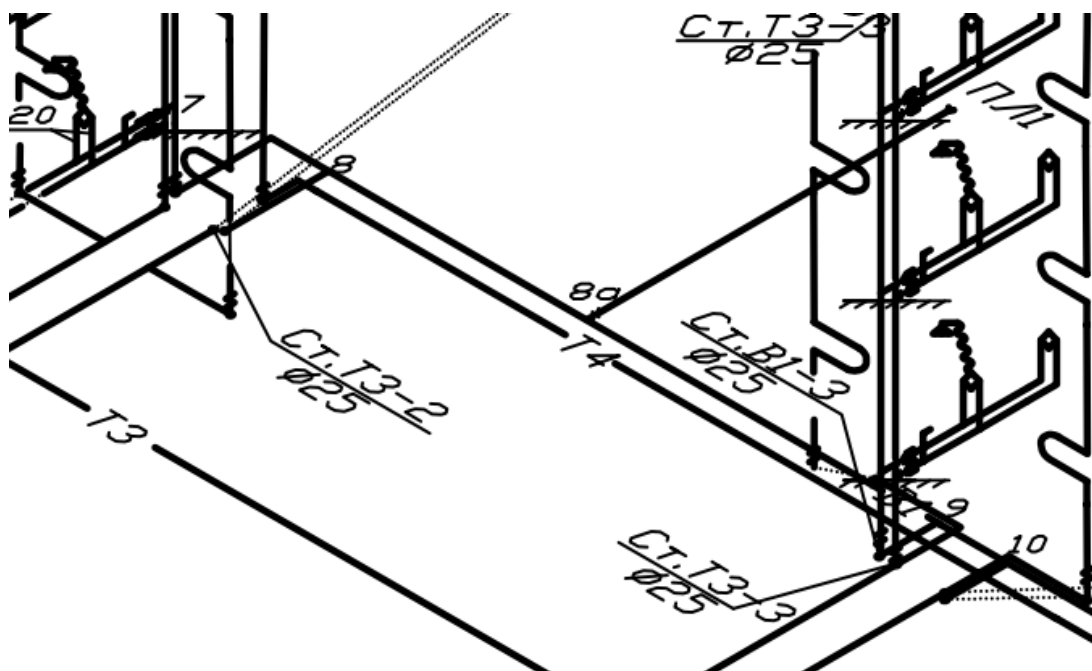


Рис. 6. Фрагменты аксонометрической схемы к гидравлическому расчёту



Продолжение рис. 6

Таблица 6 – Гидравлический расчёт внутридомового холодного водоснабжения

Участок	Длина l , м	Число прибо- ров N , шт.	Число потре- бите- лей U , чел.	P^c	$N \cdot P^c$	Коэф- фициент α^c	q^c , л/с	d , мм	Ско- рость V , м/с	Потери напора по длине		H_{il} м
										Удель- ные, мбар/м	На участ- ке, м	
1-2*	2	1	3,5				0,09	20	0,44	2,030	0,041	0,05
2-3**	1,5	3	3,5	0,00826	0,025	0,226	0,23	20	1,097	10,492	0,16	0,21
3-4	4	4	3,5	0,0062	0,025	0,226	0,23	25***	0,750	4,046	0,17	0,21
4-5	3	8	7	0,0062	0,068	0,301	0,30	25	0,920	5,590	0,17	0,22
5-6	3	12	10,5	0,0062	0,102	0,345	0,35	25	1,070	7,460	0,23	0,30
6-7	3	16	14	0,0062	0,136	0,385	0,39	25	1,190	8,950	0,27	0,36
7-8	3,6	20	17,5	0,0062	0,17	0,42	0,42	25	1,282	10,234	0,38	0,49
8-9	12,3	40	35	0,0062	0,34	0,565	0,57	32	1,073	5,482	0,69	0,89
9-10	0,7	60	52,5	0,0062	0,51	0,685	0,69	32	1,301	7,681	0,05	0,07
10-11	13,36	80	70	0,0062	0,68	0,791	0,79	40	0,948	3,289	0,45	0,58
11-12	0,7	100	87,5	0,0062	0,85	0,889	0,89	40	1,068	4,071	0,03	0,04
12-ввод	12,5	120	105	0,0062	1,020	0,979	0,98	40	1,176	4,838	0,62	0,80
											$\sum H_{il} =$	4,23

* - $q^c_0 = 0,09$. См. п. 5.3, прим. 1, табл. А.1 СП 30.13330.2020

** - на аксонометрии вычерчен один прибор - смеситель с гибким шлангом, однако учитываем его как два водоразборных прибора, т.к.

он обслуживает и ванну и умывальник.

*** - принят диаметр 25 мм для удобства монтажа (чтобы не составлять стояк из разных диаметров). Однако вполне достаточно диаметра 20 мм.

Таблица 7 – Гидравлический расчёт внутриквартальных сетей холодного водоснабжения ($P^c=0,0062$; $q_o^c = 0,2$ л/с; $P^{tot} = 0,0094$; $q_o^{tot} = 0,3$ л/с)

Участок	Длина l , м	q^{tot} , л/с	q^c , л/с	d , мм	Скорость V , м/с	Потери напора по длине		H_{il} , м
						Удельные, мбар/м	На участке, м	
ЖД-1	59		0,979	40	1,176	4,838	2,91	3,78
1-2	33,8		1,958	63	0,941	1,869	0,64	0,84
2-ЦТП	5		2,937	63	1,418	3,872	0,20	0,26
ЦТП-ГВ1	5,1	4,656		90	1,094	1,574	0,08	0,11
							$\sum H_{il} =$	4,98

2.1.3. Подбор счётчика воды

В принятой нами схеме холодного водоснабжения на пути к диктующему прибору встречается три прибора учёта воды: в ЦТП, в здании, в квартире. Определим потери напора в каждом.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать по средне-часовому расходу воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по таблице 12.1 [2].

Счетчик с предварительно принятым диаметром условного прохода следует проверять:

а) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды; при этом потери напора (давления) в счетчиках холодной воды не должны превышать: 5 м вод.ст. (0,05 МПа) - для крыльчатых и 2,5 м вод.ст. (0,025 МПа) - для турбинных счетчиков;

б) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение; при этом потери давления в счетчике не должны превышать 10 м вод.ст. (0,1 МПа) - для крыльчатых и 5 м вод.ст. (0,05 МПа) - для турбинных счетчиков;

в) на возможность измерения минимальных (расчетных) часовых расходов холодной и горячей воды; при этом минимальный расход воды для выбранного счетчика (по паспорту прибора в зависимости от метрологического класса) должен превышать минимальный (расчетный) часовой расход воды.

Составим таблицу расходов для подбора счётчиков воды.

Таблица 8 – Сводная таблица расходов

Объект	Среднечасовой расход	Максимальный секундный расход	Минимальный часовой расход
Квартира	$q_{\text{Ткв}}^c = 0,016 \text{ м}^3/\text{ч}$ (с. 16)	$q_{\text{кв}}^c = 0,224 \text{ л/с}$ (с.15)	$q_{\text{hr,min,кв}}^c = 0,0006 \text{ м}^3/\text{ч}$ (с. 17)
Здание	$q_{\text{Т}}^c = 0,481 \text{ м}^3/\text{ч}$ (с. 16)	$q^c = 0,828 \text{ л/с}$ (с.14)	$q_{\text{hr,min}}^c = 0,019 \text{ м}^3/\text{ч}$ (с.17)
Квартал	$q_{\text{Т}}^{\text{tot}} \cdot 3 = 0,788 \cdot 3 = 2,364 \text{ м}^3/\text{ч}$ (с. 16)	$q^{\text{tot}} \cdot 3 = 1,552 \cdot 3 = 4,656 \text{ л/с}$ (с. 14)	$q_{\text{hr,min}}^{\text{tot}} \cdot 3 = 0,0315 \cdot 3 = 0,0945$ (с. 17)

Потери давления в счетчике $h_{сч}$, м, при максимальном расчётном расходе воды q , л/с, (табл. 8) следует вычислять по формуле (18) [2]:

$$h_{сч} = Sq^2,$$

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, м/(л/с)², при расчетном секундном расходе воды (табл. 9).

Таблица 9 – Справочные данные по счётчикам воды [4]

Диаметр условного прохода счетчика, мм	Параметры					
	расход воды, м ³ /ч			порог чувствительности, м ³ /ч, не более	максимальный объем воды за сутки, м ³	Гидравлическое сопротивление счетчика $S, \frac{м}{(л/с)^2}$
	минимальный	эксплуатационный	максимальный			
15	0,03	1,2	3	0,015	45	14,5
20	0,05	2	5	0,025	70	5,18
25	0,07	2,8	7	0,035	100	2,64
32	0,1	4	10	0,05	140	1,3
40	0,16	6,4	16	0,08	230	0,5
50	0,3	12	30	0,15	450	0,143
65	1,5	17	70	0,6	610	$810 \cdot 10^{-5}$
80	2	36	110	0,7	1300	$264 \cdot 10^{-5}$
100	3	65	180	1,2	2350	$76,6 \cdot 10^{-5}$
150	4	140	350	1,6	5100	$13 \cdot 10^{-5}$
200	6	210	600	3	7600	$3,5 \cdot 10^{-5}$
250	15	380	1000	7	13700	$1,8 \cdot 10^{-5}$

Осуществляем предварительный подбор диаметров счётчиков воды по среднечасовому расходу, подбор диаметров и проверку на пропуск максимального секундного расхода сведём в табл. 10.

Таблица 10 – Подбор диаметров счётчиков, проверка на пропуск максимального секундного расхода

Объект	Среднечасовой расход	Предварительный диаметр по табл. 9	S по табл. 9	Потери напора, м, в счётчике $h = S q^2$	Результат контроля
Квартира	$q_{\text{Ткв}}^c = 0,016 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	15	14,5	$14,5 \cdot 0,224^2 = 0,73$	<5, пройден
Здание	$q_{\text{Т}}^c = 0,481 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	15	14,5	$14,5 \cdot 0,828^2 = 9,94$	>5, не пройден
Увеличиваем до 20 мм			5,18	$5,18 \cdot 0,828^2 = 3,55$	<5, пройден
Квартал	$q_{\text{Т}}^{\text{tot}} \cdot 3 = 0,788 \cdot 3 = 2,36 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	25	2,64	$2,64 \cdot 4,656^2 = 57,23$	>5, не пройден
Увеличиваем до 32 мм			1,3	$1,3 \cdot 4,656^2 = 28,18$	>5, не пройден
Увеличиваем до 40 мм			0,5	$0,5 \cdot 4,656^2 = 10,84$	>5, не пройден
Увеличиваем до 50 (крыльчатый) мм			0,143	$0,143 \cdot 4,656^2 = 3,1$	<5, пройден

Мы осуществили проверку счетчиков на пропуск максимального секундного расхода. Теперь необходимо проверить их на пропуск минимального часового расхода (табл. 11).

Таблица 11 – Проверка подобранных счётчиков на пропуск минимального часового расхода

Объект	Минимальный часовой расход (табл. 8)	Диаметр счётчика воды	Минимальный часовой расход, $\text{м}^3/\text{ч}$, по паспорту (табл. 9)	Результат контроля
Квартира	$q_{\text{hr,min,кв}}^c = 0,0006 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	15	0,03	Превышает
В соответствии с требованиями [2] следует принять к установке счётчик с ближайшим меньшим диаметром, т.е. 10 мм, но они мало распространены. Принимаем к установке счётчик диаметром 15 мм метрологического класса С.				
Здание	$q_{\text{hr,min}}^c = 0,019 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	20	0,05	Превышает
Счётчик на здание не удовлетворяет одновременно условиям а) и в) п. 12.16 [2]. Принимаем к установке счётчик диаметром 20 мм метрологического класса С.				
Квартал	$q_{\text{hr,min}}^{\text{tot}} \cdot 3 = 0,0315 \cdot 3 = 0,095 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 8)	50	0,3	Превышает
Счётчик на квартал не удовлетворяет одновременно условиям а) и в) п. 12.16 [2]. Принимаем к установке счётчик диаметром 50 мм метрологического класса С.				

2.1.4. Определение требуемого напора на вводе, подбор насоса

Определяем величину требуемого напора, необходимого для подачи воды потребителю (14) [2]:

$$H_{np} = H_{geom} + \sum H_{il} + H_{np} + \sum H_{вод} + H_{менл} + H_l^{вод} = \\ = 15,74 + 9,21 + 20 + 7,38 + 3 + 1 = \text{м вод. ст.},$$

где $H_{geom} = (36,34 - 35,6) + 15 = 15,74$ – геометрическая высота расположения диктующего санитарно-технического прибора над точкой подключения, м вод. ст. (36,34 – отметка ввода, 35,6 – отметка присоединения к городскому водопроводу, 15 – геометрическая высота от ввода до диктующего прибора);

$\sum H_{il} = 4,23 + 4,98 = 9,21$ – сумма потерь напора на всех участках трубопровода диктующего направления (внутридомовая сеть и внутриквартальная), м вод. ст. (табл. 6, 7);

H_{np} – напор (давление) перед диктующим прибором, м вод. ст., принимаем согласно 8.21[2] 20 м вод. ст.;

$\sum H_{вод}$ – сумма потерь напора в узлах учёта потребляемой воды (общем для жилого комплекса, общедомовом, индивидуальном), м вод. ст., принимаем согласно нашего расчёта $0,73 + 3,55 + 3,1 = 7,38$ м вод. ст.;

$H_{менл}$ – потери напора в теплообменнике (водонагревателе), принимают ориентировочно 0,03 МПа (3 м вод. ст.);

$H_l^{вод}$ – потери напора на вводе водопровода, при пропуске расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, м вод. ст. Приблизительно принимаем 1 м вод. ст.

Напор (давление) H_p , м вод. ст., развиваемый повысительной насосной установкой для систем водоснабжения, следует определять с учётом минимального гарантированного напора (давления) в наружной водопроводной сети по (19) [2]:

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{l,tot} + H_{np} - H_g = 15,74 + 20,59 + 20 - 20 = 36,33 \text{ м вод. ст.}$$

где H_{geom} – геометрическая высота подачи воды от оси насоса до диктующего санитарно-технического прибора, м. (15,74);

$\sum H_{l,tot}$ – сумма потерь напора (давления) в сети водопровода холодной или горячей воды (в узле ввода, счетчиках, трубопроводах, арматуре) по диктующему направлению до диктующего санитарно-технического прибора (пожарного крана), м вод.ст., определяемых согласно разделам 8, 10 и 12[2];

$$\sum H_{l,tot} = \sum H_{il} + \sum H_{вод} + H_{менл} + H_l^{вод} = 9,21 + 7,38 + 3 + 1 = 20,59 \text{ м вод. ст.}$$

H_{np} – напор (давление) перед прибором, м вод.ст., принимаемый согласно 8.21 (20 м вод. ст.);

H_g – минимальный гарантированный напор (давление) в наружной водопроводной сети, м вод. ст (из задания 20 м вод. ст.).

Принимаем к установке насосный агрегат с частотно-регулируемым электроприводом без гидроаккумулятора.

Производительность насоса без регулирующего бака должна быть не меньше максимального секундного расхода, т.е. $q^{tot} = 4,7 \text{ л/с} \cdot 3,6 = 16,92 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Подбор насоса производим по сводному графику полей, приведённому в каталогах производителей (приложение 3 – фрагмент). «Рабочая точка» попадает в поле насоса Wilo Economy MHL 904.

К установке принимаем два насоса марки Wilo Economy MHL 904 (один рабочий, один резервный).

2.2. РАСЧЁТ СИСТЕМЫ БЫТОВОГО ВОДООТВЕДЕНИЯ

2.2.1 Конструирование внутридомовой водоотводящей сети

Для удаления сточных вод в проектируемом жилом доме устраивается система бытовой канализации, при помощи которой они отводятся в микрорайонную канализационную сеть. Количество выпусков от здания определяется в зависимости от расположения канализационных стояков на планах этажей, схемы микрорайонной сети. Принятая схема должна обеспечивать высокую надёжность эксплуатации и относительно небольшую стоимость строительства системы.

В проектируемом здании применена схема с двумя выпусками – по одному от каждой секции.

Трассировка трубопроводов приведена на планах соответствующих этажей. В подвале и на техническом этаже (чердаке) трубопроводы канализации прокладываются открыто возле капитальных стен. Канализационные стояки в санузлах также проложены открыто. Трубопроводы между собой соединяются с помощью фасонных частей. При соединении отводных трубопроводов под потолком помещений и в подвале, а также при подключении в горизонтальной плоскости используются только косые тройники и крестовины. Чистка сети осуществляется через ревизии и прочистки, устанавливаемые на стояках и протяжённых горизонтальных участках. Их расположение описано в п. 18.30 [2]. Для вентиляции и повышения надёжности работы водоотводящей сети стояки выводятся выше плоской неэксплуатируемой кровли на 0,2 м (п. 18.8 [2]).

Все санитарно-технические приборы оборудуются гидравлическими затворами. Внутренняя водоотводящая сеть монтируется из пластмассовых канализационных труб и фасонных частей к ним диаметром 50 и 100 мм, ГОСТ 22689.0-89, 22689.1-89, 22689.2-89 или аналогичных. Аксонометрическая схема канализации представлена на рис. 7.

Диаметры трубопроводов внутренней водоотводящей сети задаются исходя из расхода сточных вод, а также руководствуясь правилом о том, что по ходу движения сточной жидкости не допускается уменьшение диаметра. Диаметр выпуска от мойки и раковины составляет 63 мм, от унитаза – 90 или 100 мм. Принимаем диаметр выпусков унитазов 90 мм. Таким образом, диаметр каждого последующего участка не должен быть меньше диаметра предыдущего.

В нашем случае выпуски сточных вод расположены посекционно. Расчётный расход сточных вод от выпуска (секции), определённый ранее, составляет $q^{SL}=1,48 \text{ л/с}$. Принимаем к установке ответвления от моек, раковин и ванн диаметром 63 мм, от унитазов – 90 мм, диаметр стояков, магистралей и выпусков – 110 мм.

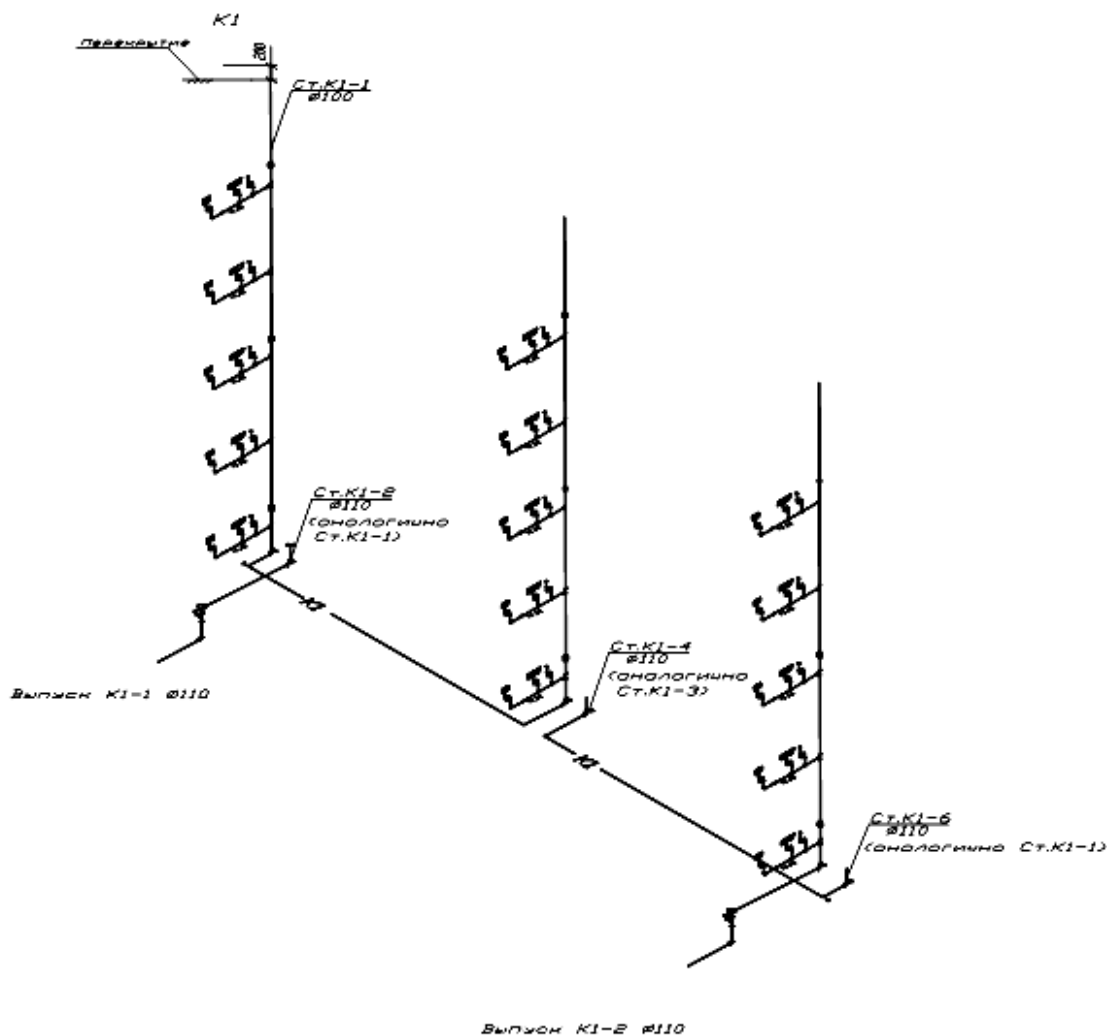


Рис. 7. Аксонометрическая схема внутренней хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

2.2.2. Гидравлический расчёт внутриквартальной хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Расчёт водоотводящей сети состоит в определении способности трубопроводов на пропуск расчётных расходов сточных вод, диаметров трубопроводов на расчётных участках основного направления, уклонов, скоростей движения сточных вод и наполнения в трубах. В результате расчёта определяют отметки лотков труб и глубины заложения.

Требования к конструированию сети приведены в СП 32.13330.2018 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения [5]. Особенно важными для выполнения данной расчётно-графической работы являются п. 5.3, 5.4, 5.5, 6.2, 6.3 [5].

Гидравлический расчёт сводим в табл. 12.

Участок Ж.д.-1

Длина по генплану – 5 м. Расход сточных вод от одной секции составляет **1,48 л/с**. Диаметр выпуска из здания – 110 мм. Поскольку выпуск из здания относится к внутренней сети, то должно выполняться условие (33) [2]. Уклон определяем по приложению 4.

При обеспечении требуемых скоростей и наполнений в справочных таблицах возможно найти несколько решений. Так, для нашего случая можно использовать вариацию уклоном или наполнением. При этом необходимо помнить, что скорость движения воды на последующем участке должна быть не меньше, чем на предыдущем. Диаметры на последующих участках должны быть не меньше, чем на предыдущих. Уклоны, помимо необходимых скоростей, должны обеспечивать прохождение трубопровода на глубине не меньшей, чем глубина минимального заложения. Минимальную глубину заложения лотка трубопровода допускается принимать для труб диаметром до 500 мм – на 0,3 м менее большей глубины проникания в грунт нулевой температуры (рис. 9), но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от поверхности земли или планировки (во избежание повреждения наземным транспортом).

Следует минимизировать глубину заложения (при обеспечении вышеуказанных требований) с целью сокращения объёма земляных работ, а значит, сокращения стоимости сети. По достижению глубины заложения 7–8 м обычно устраивают шнековый подъёмник для поднятия стоков на глубину минимального заложения и отправки их самотёком далее.

Из приложения 4 видим, что расход 1,48 л/с меньше минимального в таблице – 1,525 л/с. Используя экстраполяцию, получаем (при уклоне 0,01) $h/D=0,296$; $V=0,712$ м/с. Проверяем выполнение условия (33) [2]: $0,712\sqrt{0,296} = 0,387$. Что меньше требуемых 0,5 – условие не выполняется. Увеличиваем уклон до выполнения условия (33) [2].

Используем табличные значения для уклона 0,025. Подставляем значение нашего расхода (1,48) и экстраполируем значения скорости и наполнения. Наполнение получился 0,242, скорость – 1,101 м/с.

Проверяем выполнение условия (33) [2]. $1,101\sqrt{0,242} = 0,54$, что больше 0,5 – условие выполняется. Однако наполнение меньше 0,3. В тех случаях, когда выполнить условие (33) [2] не представляется возможным из-за недостаточной величины расхода сточных вод, следует увеличить число стояков, присоединяемых к данному сборному отводному (горизонтальному) трубопроводу (выпуску) для увеличения величины расхода сточной жидкости, достаточного для обеспечения режимов самоочищения (в рамках данной работы следует принять единый выпуск из здания, а не посекционный), и, только если такая возможность отсутствует, нерасчётные участки отводных горизонтальных трубопроводов следует прокладывать с уклоном $1/d$. В нашем случае принимаем решение оставить уклон 0,025. **В студенческих работах принимать единый выпуск из здания.**

Определяем минимальную глубину заложения. Глубину промерзания принимаем по рис. 8: $H_{min} = H_{np} - 0,3 = 0,7 - 0,3 = 0,4$ м. Однако она не должна быть меньше чем 0,7 м до верха трубы. Таким образом, $H_{min} = 0,7 + 0,11 = 0,81$ м.

Отметки поверхности земли в начале и конце участка берём с генплана (рис. 1).

Для наглядности расчёта отметок приведен рис. 8.

Отметка лотка трубы в начале первого участка вычисляется как разность отметки поверхности земли и глубины начального заложения: $36,4 - 0,81 = 35,59$.

Отметка лотка трубы в конце первого участка определится как отметка в начале минус уклон, умноженный на длину участка: $35,59 - 0,025 \cdot 5 = 35,465$.

Глубина заложения в конце участка определится как разность отметок земли и лотка трубы: $36,37 - 35,465 = 0,905$. Здесь обязательно нужно сравнить полученную величину с минимальной глубиной заложения. Если она получилась меньше, то необходимо увеличивать уклон. Если увеличить уклон не представляется возможным – опускать весь трубопровод.

Таблица 12 – Гидравлический расчёт бытового водоотведения

Номер участка		ЖД-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-ГКК1
Длина l , м		5	20,2	21,3	18	25,6	9,4
Расход q , л/с		1,48	1,48	2,96	2,96	5,92	8,88
Диаметр d , мм		110	160	160	160	160	160
Уклон i		0,025	0,02	0,018	0,018	0,014	0,012
Скорость v , м/с		1,101	1,151	1,167	1,167	1,19	1,271
Наполнение H/d		0,242	0,196	0,232	0,232	0,319	0,414
Отметки поверхности земли, м	Н	36,4	36,37	36,34	36,18	36,01	35,64
	К	36,37	36,34	36,18	36,01	35,64	35,35
Отметки лотка трубы, м	Н	35,59	35,415	35,011	34,628	34,304	33,945
	К	35,465	35,011	34,628	34,304	33,945	33,832
Глубина заложения, м	Н	0,81	0,955	1,329	1,552	1,706	1,695
	К	0,905	1,329	1,552	1,706	1,695	1,518

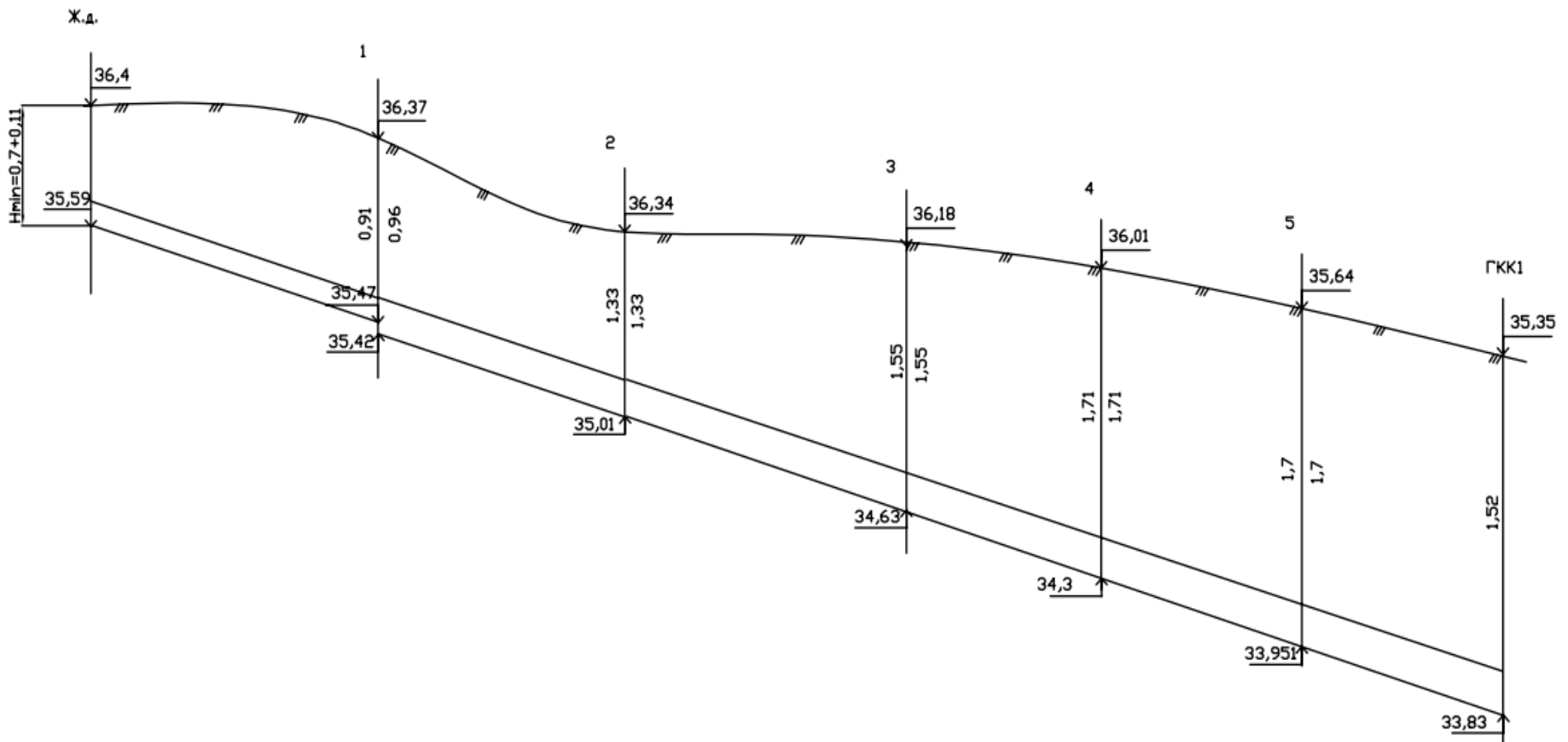


Рис. 8. К гидравлическому расчёту хозяйственно-бытовой сети водоотведения

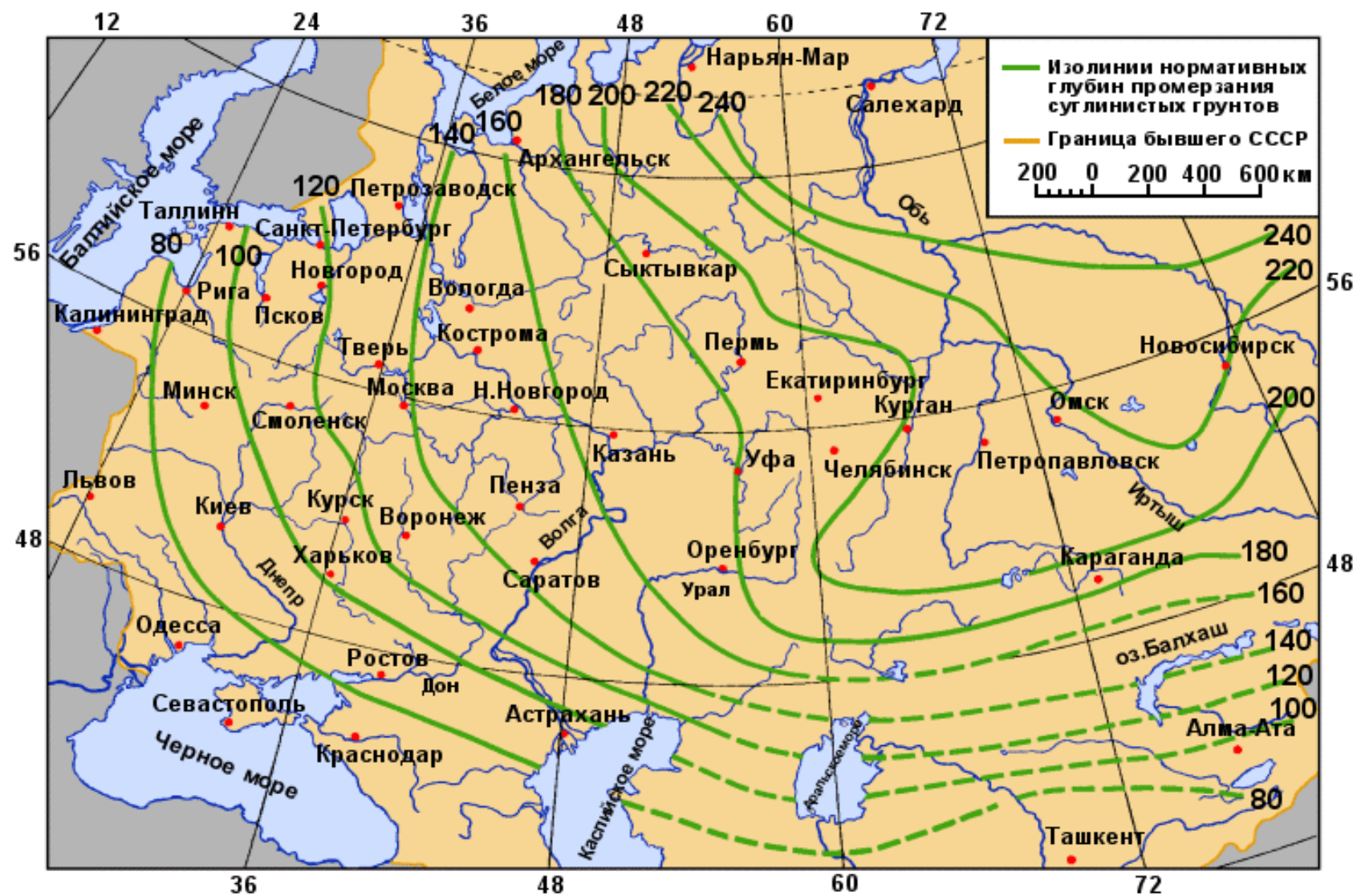


Рис. 9. Глубины промерзания грунтов

Участок 1-2

Канализационные трубы соединяем по шельгам труб.

Согласно требованиям минимальный диаметр внутриквартальной хозяйственно-бытовой сети должен быть 150 мм. Принимаем диаметр внутриквартальной сети 160 мм (ближайший по сортаменту труб ПВХ).

Отметка лотка трубы в начале второго участка из-за смены диаметра со 110 мм на 160 мм будет: $35,465 - (0,16 - 0,11) = 35,415$.

Глубина заложения в начале второго участка: $0,905 + (0,16 - 0,11) = 0,955$.

Поскольку расход сточных вод от одной секции здания мал – в справочной таблице для диаметра 160 мм (приложение 4) нет значений для расхода 1,28. Мы получили так называемый «безрасчётный участок», т.е. уклоны на таких участках могут быть приняты конструктивно. Однако есть возможность экстраполировать значения таблицы и получить данные – это лучше, чем принятие конструктивных параметров. Рассуждения такие, что конструктивно мы имеем право принять минимально допустимый уклон для труб диаметром 160 мм – 0,008. Однако при таком уклоне явно будет наблюдаться падение скорости сточной воды, более того, она может упасть ниже скорости самоочищения (0,7 м/с). Таким образом, ничего не нарушая, мы можем получить проблемный участок сети, который будет подвержен частому засорению. Применяя экстраполирование табличных значений, мы снижаем вероятность засоров сети при эксплуатации.

Отметка лотка трубы в конце второго участка: $35,415 - 0,02 \cdot 20,2 = 35,011$.

Глубина заложения в конце участка составляет: $36,34 - 35,011 = 1,329$, что больше H_{min} – контроль пройден.

Участок 2-3

Расход сточных вод меньше, чем минимальный в таблице. Вынуждены прибегнуть к экстраполяции значений. Поскольку расход увеличился – можно принять уклон меньше, чем на предыдущем участке, а именно: 0,018. Правильность этого решения будет определена после проверки скорости на участке – она не должна упасть. Экстраполяцией получена скорость 1,145 м/с – контроль пройден.

Диаметр трубы оставляем таким же. Следовательно, отметка лотка трубы и глубина заложения в начале участка 2-3 такая же, как в конце участка 1-2.

Отметка лотка в конце участка: $35,011 - 0,018 \cdot 21,3 = 34,628$.

Глубина заложения в конце участка составляет: $36,18 - 34,628 = 1,552$, что больше H_{min} – контроль пройден.

Участок 3-4

Расход сточных вод такой же, как на предыдущем участке. Уклон оставляем таким же. Диаметр трубы оставляем таким же. Следовательно, отметка лотка трубы и глубина заложения в начале участка 3–4 такие же, как в конце участка 2-3.

Отметка лотка в конце участка: $34,628 - 0,018 \cdot 18 = 34,304$.

Глубина заложения в конце участка составляет: $36,01 - 34,304 = 1,706$, что больше H_{min} – контроль пройден.

Участок 4-5

Расход сточных вод увеличился на $2,56 \text{ л/с}$, так как к узлу 4 присоединено такое же здание, и составляет $5,12 \text{ л/с}$.

Диаметр трубы оставляем таким же. Следовательно, отметка лотка трубы и глубина заложения в начале участка 4-5 такие же, как в конце участка 3-4.

Понижаем уклон до $0,014$ и проверяем, чтобы скорость стоков не стала меньше. Экстраполяцией получено значение скорости $1,147 \text{ м/с}$ – контроль пройден.

Отметка лотка в конце участка: $34,304 - 0,014 \cdot 25,6 = 33,945$.

Глубина заложения в конце участка составляет: $35,64 - 33,945 = 1,695$, что больше H_{min} – контроль пройден.

Участок 5-ГКК1

Расход сточных вод увеличился на до $7,68 \text{ л/с}$, так как к узлу 5 присоединено такое же здание.

Диаметр трубы оставляем таким же. Следовательно, отметка лотка трубы и глубина заложения в начале участка 5-ГКК1 такие же, как в конце участка 4-5.

Уклон снижаем до $0,012$ с последующей проверкой по скорости.

Интерполируя значения таблицы, получим значение скорости $1,217 \text{ м/с}$ – контроль пройден.

Отметка лотка в конце участка: $33,945 - 0,012 \cdot 9,4 = 33,832$.

Глубина заложения в конце участка составляет: $35,35 - 33,832 = 1,518$, что больше H_{min} – контроль пройден.

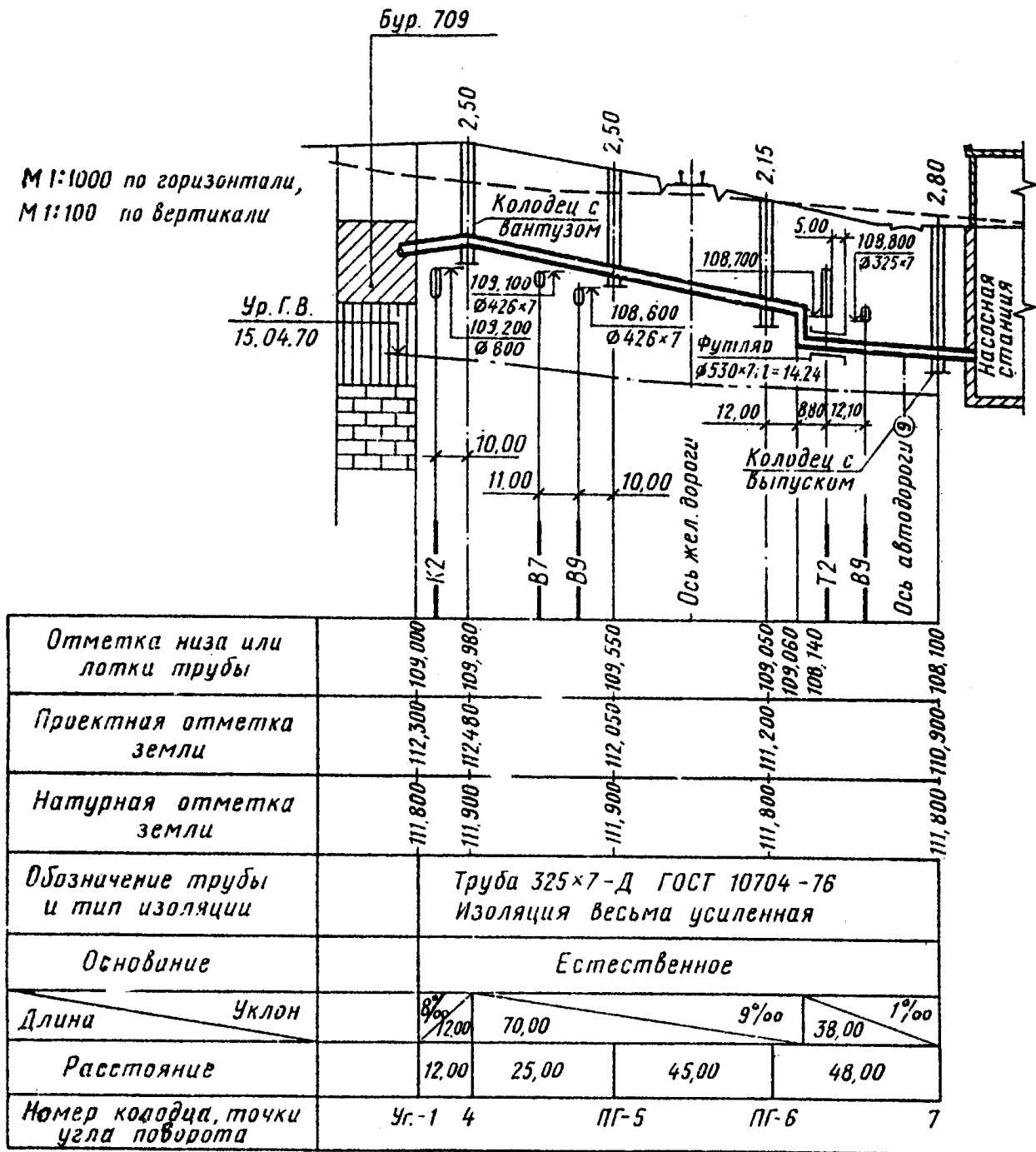
2.2.3. Построение профиля сети

По полученным отметкам строится профиль водоотводящей сети. Оформление профиля регламентирует ГОСТ 21.604-82 (форма 2, чертёж 3), рис. 10, 11.

Форма 2

15	Отметка низа или лотка трубы	
15	Проектная отметка земли	
15	Натурная отметка земли	
15	Обозначение трубы и тип изоляции	
10	Основание	
10	Длина	Уклон
10	Расстояние	
10	Номер колодца, точки, угла поворота	
60		

Рис. 10. Форма таблицы данных для выполнения профиля



Черт. 3

Рис. 11. Пример выполнения профиля.
Численные значения с примером расчёта не увязаны

2.3. Расчёт системы ливневого водоотведения

2.3.1. Расчёт внутренних водостоков

Для отвода дождевых и талых вод с кровли проектируемого здания устраивается система внутренних водостоков. Разводка трубопроводов системы приведена на планах этажей. Для каждой секции предусматривается одна водосточная воронка. Отводятся дождевые воды в наружную дождевую канализацию. Трубопроводы прокладываются открыто под потолком помещений, водосточный стояк – вдоль капитальной стены здания на лестничной клетке. В местах поворота труб устанавливаются прочистки, на стояке на уровне первого этажа – ревизии. Водосточные воронки присоединяются к отводным трубопроводам при помощи компенсационных патрубков с эластичной заделкой. Аксонометрическая схема внутренних водостоков жилого дома представлена на рис. 12.

Расчётный расход дождевых вод с кровли проектируемого объекта определяется отдельно для каждой секции по формулам (40, 41) [2]. Параметр q_{20} для г. Калининграда, согласно рис. Б.1 [5], равен 100 л/с с 1 га. Автор рекомендует использовать бесплатный интернет-сервис <http://www.voda.ru/tool/rain> для определения параметра q_{20} . Площадь водосбора для одной секции F с учётом 30% суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней:

$$F = (32 \cdot 12 + (32 \cdot 2 + 12 \cdot 2) \cdot 0,5 \cdot 0,3) / 2 = 198,6 \text{ м}^2.$$

Определяем расчётный расход ливневой воды на одну воронку:

$$Q = \frac{F \cdot 4^n \cdot q_{20}}{10000} = \frac{198,6 \cdot 4^{0,71} \cdot 100}{10000} = 5,3 \text{ л/с},$$

где q_{20} – интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин, определяемая по рис. Б.1 [5];

n – параметр, определяемый по табл. 8 [5]. $n=0,71$.

Для жилых и общественных зданий с плоскими кровлями рекомендуется применять воронки типа Вр7 с патрубком диаметром 80 мм, для промышленных зданий – типа Вр9 с патрубком диаметром 220 мм. На плоских эксплуатируемых кровлях рекомендуется использовать воронки типа Вр10, а на плоских кровлях, заполняемых водой, – типа Вр8.

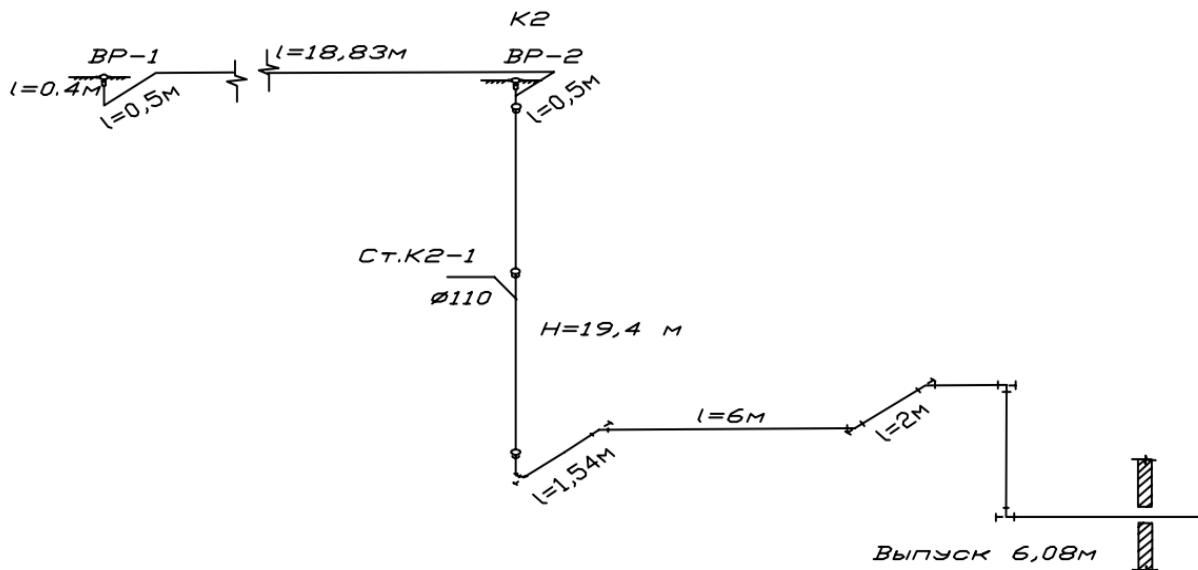


Рис. 12. Аксонометрическая схема внутренних водостоков жилого дома

По табл. 7 [2] подбираем диаметр стояка. Согласно этой таблице подходит диаметр 85 мм, однако по сортаменту ПВХ труб принимаем ближайший в большую сторону – 110 мм.

Согласно [2], отводные трубопроводы на чердаке прокладываем с уклоном 0,005 в сторону водосточного стояка.

Водосточные воронки на кровле следует размещать с учетом ее рельефа, допускаемой площади водосбора на одну воронку и конструкции здания.

Максимальное расстояние между водосточными воронками при любых видах кровли не должно превышать 48 м.

В нашем случае на рис. 12 показан расчётный фрагмент системы водостоков здания.

Для расчёта горизонтальных участков внутридомовой ливневой канализации используем приложение 4 с проверкой выполнения (33) [2].

Согласно (33) [2] должно выполняться условие:

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

где K для ПВХ труб равно 0,5.

При расходе 5,3 л/с (от одной воронки), $h/d \approx 0,589$, $i = 0,01$, $V \approx 1,024$ м/с
 $1,024 \sqrt{0,589} = 0,79 \geq 0,5$.

При расходе 10,6 л/с (от здания в целом), $h/d \approx 0,759$, $i = 0,018$, $V \approx 1,55$ м/с

$$1,55 \sqrt{0,759} = 1,35 \geq 0,5.$$

Осуществляем проверку системы на пропуск критического расхода, определяемого по формуле:

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{H}{il + r_m \sum \xi \cdot Q^2}},$$

где H – напор или разность отметок, м;
 l – суммарная длина трубопроводов, м;
 i – гидравлический уклон (табл. 13):

Таблица 13

Трубопроводы	Удельные сопротивления трению $i \times 10^{-3}$, с ² /л ² , для трубопроводов внутренних водостоков					
	Условный проход, мм					
	80	100	125	150	200	250
Чугунные канализационные (ГОСТ 6942-80)	–	0,365	–	0,042	–	–
Чугунные напорные	1,71	0,365	0,11	0,042	0,009	0,0028
Асбестоцементные (ГОСТ 1839-80)	0,735	0,165	0,067	0,028	0,006	0,002
Полиэтиленовые (ГОСТ 22689-77) (применительно к ПВХ)	0,962	0,11	0,043	0,023	–	–
Стальные (ГОСТ 3262-75* и 8732-87)	1,17	0,267	0,106	0,045	0,0093	0,0026

$\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (табл. 14):

Таблица 14

Вид местного сопротивления	ξ
Поворот на 90°	0,65
Поворот на 135°	0,45
Воронка	1,5
Выпуск	1
Тройник «на проход» прямой	0,25
Тройник «на поворот» прямой	0,9
Тройник «на поворот» косой	0,8

r_m – удельное местное сопротивление, (м·с²)/л², при $\xi=1$, в зависимости от диаметра условного прохода, мм, имеет следующие значения:

d_v	75	80	100	125	150	200	250
$r_m \cdot 10^{-5}$	260	102	83	34	16,5	5,2	2,1

Q – расход ливневых вод, л/с.

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{19,4}{\left[0,083 \cdot 10^{-3} \cdot (0,4 + 0,5 + 18,83 + 0,5) + 63,4 \cdot 10^{-5} \cdot (1,5 + 3 \cdot 0,65 + 0,9) \cdot 5,3^2\right]^* + \left[0,083 \cdot 10^{-3} \cdot (19 + 1,54 + 6 + 2 + 6,08) + 63,4 \cdot 10^{-5} \cdot (0,65 \cdot 4 + 1) \cdot 10,6^2\right]**}} = 7,57 \text{ л/с}$$

где * – ветка от одной воронки; ** – ветка от двух секций с полным расходом от здания.

Поскольку $Q_{кр} < Q$, то расчёт говорит о том, что система не обладает необходимой пропускной способностью.

Увеличиваем диаметр трубопроводов до 150 мм.

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{19,4}{\left[0,023 \cdot 10^{-3} \cdot (0,4 + 0,5 + 18,83 + 0,5) + 16,5 \cdot 10^{-5} \cdot (1,5 + 3 \cdot 0,65 + 0,9) \cdot 5,3^2\right]^* + \left[0,023 \cdot 10^{-3} \cdot (19 + 1,54 + 6 + 2 + 6,08) + 16,5 \cdot 10^{-5} \cdot (0,65 \cdot 4 + 1) \cdot 10,6^2\right]**}} = 14,83 \text{ л/с}$$

Поскольку $Q_{кр} > Q$, то расчёт говорит о том, что система обладает необходимой пропускной способностью.

2.3.2. Гидравлический расчёт внутриквартальной сети ливневого водоотведения

Гидравлический расчёт внутриквартальной ливневой сети водоотведения в данной работе сводим к заполнению таблицы данных, аналогичной табл. 12.

Методика расчёта отличается двумя моментами, а именно: минимальный диаметр внутриквартальной ливневой сети составляет 200 мм, наполнение в трубопроводе (H/d) может достигать единицы.

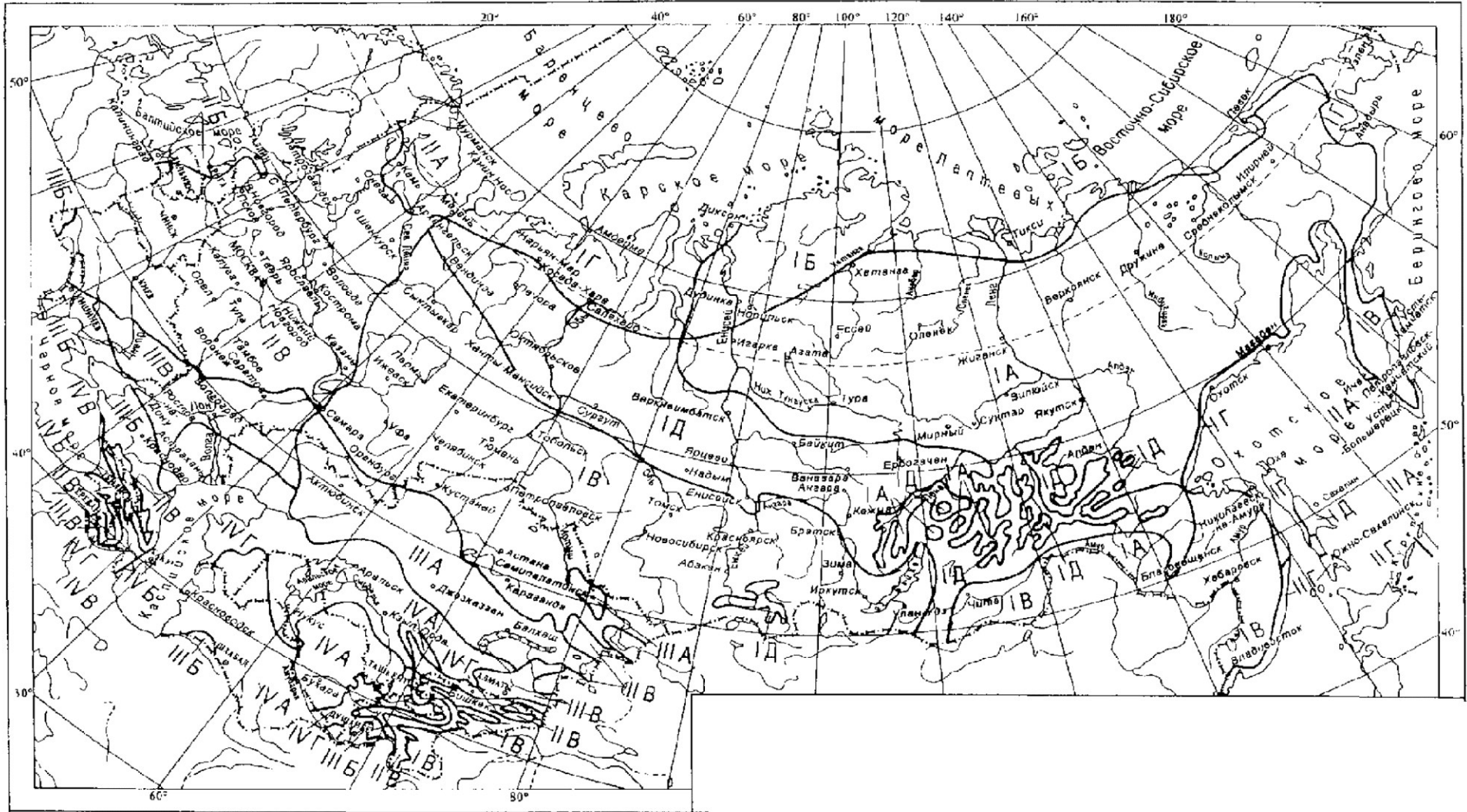
ЛИТЕРАТУРА

1. СП 10.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
2. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
3. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
4. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования. – Москва, 2001. – 43 с.
5. СП 32.13330.2018 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
6. ГОСТ 21.206-2012. Система проектной документации для строительства. Условные обозначения трубопроводов. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
7. ГОСТ 21.704-2011 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
8. ГОСТ 2.782-96 Единая система конструкторской документации обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
9. Воронов, Ю. В. Водоснабжение и водоотведение: учеб. пособие / Ю. В. Воронов, А. Л. Ивчатова. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 448 с.
10. Кедров, В. С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебник для вузов / В. С. Кедров, Е. Н. Ловцов. – Москва, 1989. – 495 с.
11. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. — 8-е изд., перераб. и доп. М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. —336 с.
12. Богатов, Г. Ф. Водоснабжение и водоотведение жилых и общественных зданий. Пример расчёта: учеб.-метод. пособие к выполнению курсового проекта для студентов специальности 290700 – Теплогазоснабжение и вентиляция / Г. Ф. Богатов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 1997. – 44 с.
13. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч. / Ю. Н. Саргин [и др.]; под. ред. И. Г. Старовойрова и Ю. И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва, 1990. – Ч. 2. – 247 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схематическая карта климатического районирования для строительства (рекомендуемая)



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблицы для гидравлического расчёта

Потеря давления на трение в трубе R и расчетная скорость протекания v в зависимости от расхода Q

шероховатость: 0,0070 мм
 температура: **20 °C**
 удельный вес: 998,00 кг/м³
 кин. вязкость: 1,02 x 10⁻⁶ м²/сек.

трубы фузиотерм® SDR 11 (PN 10)

Q = расход (л/с)		R = перепад давления (мбар/м) = 10,2 мм в.ст./м										v = скорость (м/с)	
d x s	▶	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110x10,0	125x11,4		
Q	d _i ▶	16,2 мм	20,4 мм	26,0 мм	32,6 мм	40,8 мм	51,4 мм	61,2 мм	73,6 мм	90,0 мм	102,2 мм		
0,01	R	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	R	0,12	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,10	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
0,03	R	0,18	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,15	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,04	R	0,50	0,17	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,05	R	0,74	0,25	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,24	0,15	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,06	R	1,01	0,34	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,29	0,18	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
0,07	R	1,32	0,44	0,14	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,34	0,21	0,13	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
0,08	R	1,66	0,56	0,18	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
0,09	R	2,03	0,68	0,22	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
0,10	R	2,44	0,82	0,26	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
0,12	R	3,35	1,12	0,35	0,12	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,58	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
0,14	R	4,39	1,46	0,46	0,16	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,68	0,43	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
0,16	R	5,55	1,85	0,58	0,20	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v	0,78	0,49	0,30	0,19	0,12	0,08	0,05	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00
0,18	R	6,84	2,27	0,72	0,24	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	v	0,87	0,55	0,34	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00
0,20	R	8,23	2,73	0,86	0,29	0,10	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	v	0,97	0,61	0,38	0,24	0,15	0,10	0,07	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
0,30	R	16,93	5,59	1,75	0,59	0,20	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
	v	1,46	0,92	0,57	0,36	0,23	0,14	0,10	0,07	0,07	0,00	0,04	0,04
0,40	R	28,37	9,32	2,91	0,99	0,34	0,11	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
	v	1,94	1,22	0,75	0,48	0,31	0,19	0,14	0,09	0,09	0,06	0,05	0,05
0,50	R	42,45	13,89	4,32	1,46	0,50	0,17	0,07	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
	v	2,43	1,53	0,94	0,60	0,38	0,24	0,17	0,12	0,12	0,08	0,06	0,06
0,60	R	59,11	19,28	5,98	2,02	0,69	0,23	0,10	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01
	v	2,91	1,84	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	0,14	0,09	0,09	0,07	0,07
0,70	R	78,31	25,46	7,87	2,65	0,90	0,30	0,13	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01
	v	3,40	2,14	1,32	0,84	0,54	0,34	0,24	0,16	0,11	0,11	0,09	0,09

Потеря давления на трение в трубе R и расчетная скорость протекания V в зависимости от расхода Q

шероховатость: 0,0070 мм
 температура: **20 °C**
 удельный вес: 998,00 кг/м³
 кин. вязкость: 1,02 x 10⁻⁶ м²/сек.

трубы фузиотерм® SDR 11 (PN 10)

Q = расход (л/с)		R = перепад давления (мбар/м) = 10,2 мм в.ст./м										v = скорость (м/с)	
d x s ▶		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110x10,0	125x11,4		
Q	d _i ▶	16,2 мм	20,4 мм	26,0 мм	32,6 мм	40,8 мм	51,4 мм	61,2 мм	73,6 мм	90,0 мм	102,2 мм		
0,80	R	100,01	32,43	10,01	3,36	1,15	0,38	0,17	0,07	0,03	0,01		
	v	3,88	2,45	1,51	0,96	0,61	0,39	0,27	0,19	0,13	0,10		
0,90	R	124,19	40,18	12,37	4,15	1,41	0,47	0,20	0,08	0,03	0,02		
	v	4,37	2,75	1,70	1,08	0,69	0,43	0,31	0,21	0,14	0,11		
1,00	R	150,84	48,69	14,96	5,01	1,70	0,56	0,24	0,10	0,04	0,02		
	v	4,85	3,06	1,88	1,20	0,76	0,48	0,34	0,24	0,16	0,12		
1,20	R	211,46	67,99	20,81	6,95	2,36	0,78	0,34	0,14	0,05	0,03		
	v	5,82	3,67	2,26	1,44	0,92	0,58	0,41	0,28	0,19	0,15		
1,40	R	281,77	90,28	27,55	9,18	3,11	1,02	0,44	0,18	0,07	0,04		
	v	6,79	4,28	2,64	1,68	1,07	0,67	0,48	0,33	0,22	0,17		
1,60	R	361,70	115,54	35,16	11,69	3,95	1,30	0,56	0,23	0,09	0,05		
	v	7,76	4,90	3,01	1,92	1,22	0,77	0,54	0,38	0,25	0,20		
1,80	R	451,22	143,73	43,63	14,48	4,88	1,60	0,69	0,29	0,11	0,06		
	v	8,73	5,51	3,39	2,16	1,38	0,87	0,61	0,42	0,28	0,22		
2,00	R	552,07	174,84	52,94	17,54	5,90	1,94	0,84	0,35	0,13	0,07		
	v	9,70	6,12	3,77	2,40	1,53	0,96	0,68	0,47	0,31	0,24		
2,20	R	660,78	208,86	63,11	20,87	7,02	2,30	0,99	0,41	0,16	0,09		
	v	10,67	6,73	4,14	2,64	1,68	1,06	0,75	0,52	0,35	0,27		
2,40	R	778,98	245,77	74,11	24,47	8,21	2,69	1,16	0,48	0,18	0,10		
	v	11,64	7,34	4,52	2,88	1,84	1,16	0,82	0,56	0,38	0,29		
2,60	R	906,64	285,56	85,94	28,33	9,50	3,10	1,34	0,55	0,21	0,11		
	v	12,61	7,95	4,90	3,11	1,99	1,25	0,88	0,61	0,41	0,32		
2,80	R	1043,75	328,23	98,61	32,46	10,87	3,55	1,53	0,63	0,24	0,13		
	v	13,58	8,57	5,27	3,35	2,14	1,35	0,95	0,66	0,44	0,34		
3,00	R	1190,30	373,77	112,10	36,85	12,32	4,02	1,73	0,71	0,27	0,15		
	v	14,55	9,18	5,65	3,59	2,29	1,45	1,02	0,71	0,47	0,37		
3,20	R	1346,28	423,56	126,42	41,50	13,86	4,52	1,94	0,80	0,30	0,17		
	v	15,52	9,79	6,03	3,83	2,45	1,54	1,09	0,75	0,50	0,39		
3,40	R	1511,68	474,89	141,56	46,41	15,49	5,04	2,17	0,89	0,34	0,18		
	v	16,50	10,40	6,40	4,07	2,60	1,64	1,16	0,80	0,53	0,41		
3,60	R	1686,50	529,07	157,51	51,58	17,19	5,59	2,40	0,99	0,38	0,20		
	v	17,47	11,01	6,78	4,31	2,75	1,73	1,22	0,85	0,57	0,44		
3,80	R	1870,73	586,10	174,29	57,00	18,98	6,17	2,65	1,09	0,41	0,22		
	v	18,44	11,63	7,16	4,55	2,91	1,83	1,29	0,89	0,60	0,46		
4,00	R	2064,37	645,97	191,88	62,69	20,86	6,77	2,91	1,19	0,45	0,25		
	v	19,41	12,24	7,53	4,79	3,06	1,93	1,36	0,94	0,63	0,49		
4,20	R	2267,41	708,68	210,28	68,63	22,81	7,40	3,18	1,30	0,49	0,27		
	v	20,38	12,85	7,91	5,03	3,21	2,02	1,43	0,99	0,66	0,51		
4,40	R	2479,85	774,22	229,50	74,82	24,85	8,06	3,46	1,42	0,54	0,29		
	v	21,35	13,46	8,29	5,27	3,37	2,12	1,50	1,03	0,69	0,54		

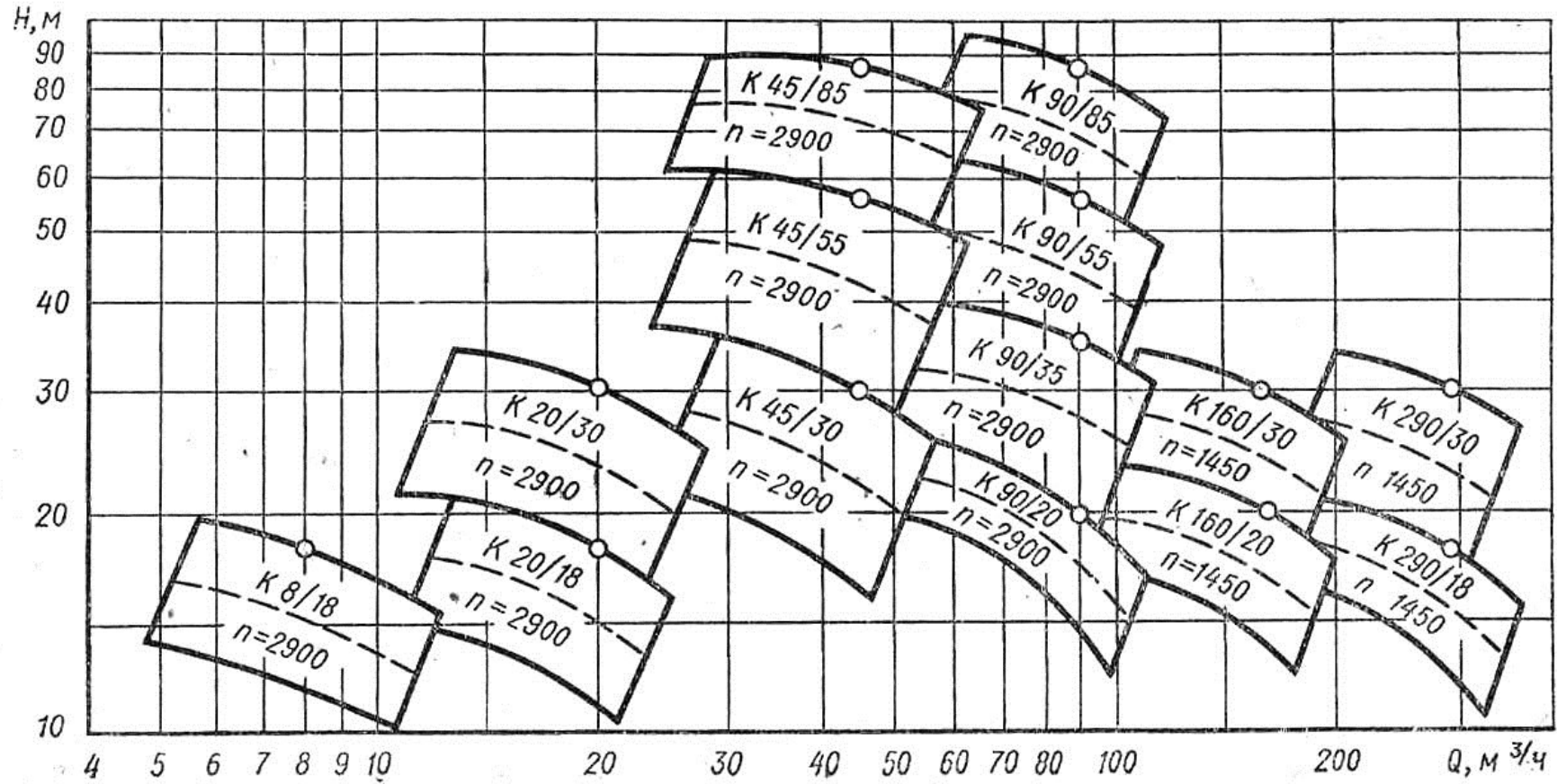
**Потеря давления на трение в трубе R и расчетная скорость протекания V
в зависимости от расхода Q**

трубы фузиотерм® SDR 11 (PN 10)

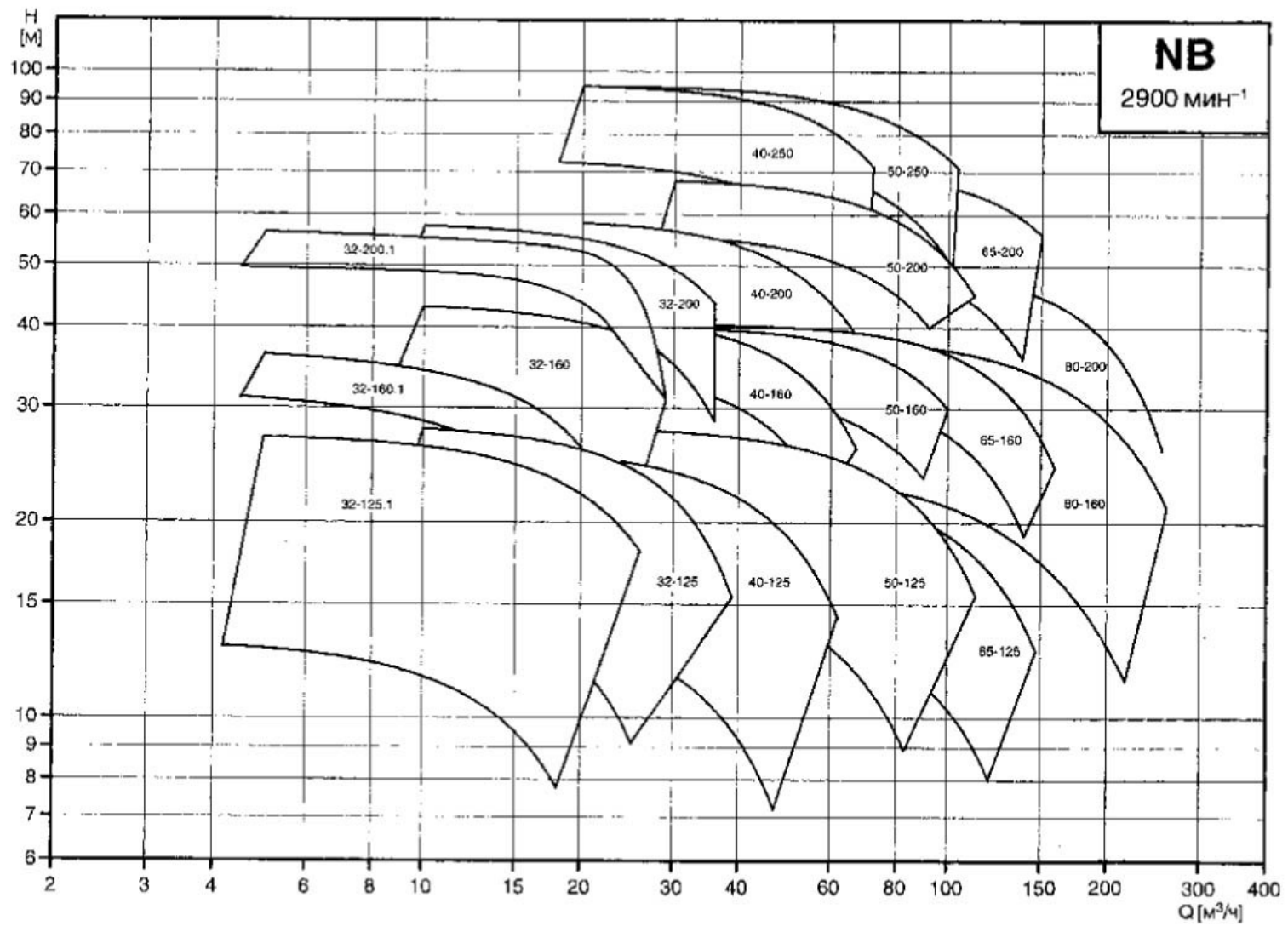
шероховатость: 0,0070 мм
 температура: **20 °C**
 удельный вес: 998,00 кг/м³
 кин. вязкость: 1,02 x 10⁻⁶ м²/сек.

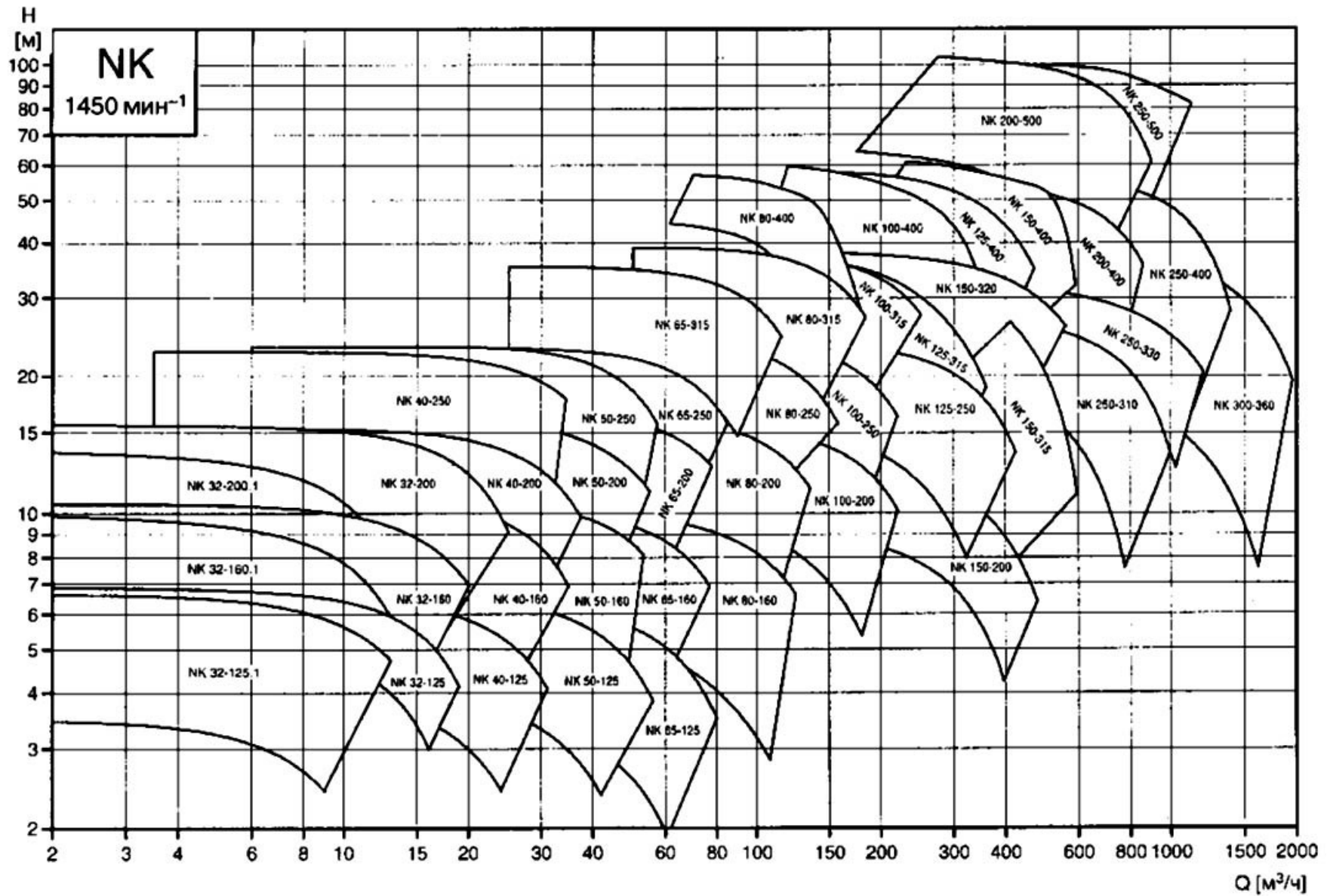
Q = расход (л/с)		R = перепад давления (мбар/м) = = 10,2 мм в.ст/м										v = скорость (м/с)	
d x s ▶		20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110x10,0	125x11,4		
Q	d _i ▶	16,2 мм	20,4 мм	26,0 мм	32,6 мм	40,8 мм	51,4 мм	61,2 мм	73,6 мм	90,0 мм	102,2 мм		
4,60	R	2701,69	842,61	249,53	81,27	26,97	8,74	3,75	1,54	0,58	0,32		
	v	22,32	14,07	8,66	5,51	3,52	2,22	1,56	1,08	0,72	0,56		
4,80	R	2932,92	913,82	271,35	87,98	29,17	9,44	4,05	1,66	0,63	0,34		
	v	23,29	14,69	9,04	5,75	3,67	2,31	1,63	1,13	0,75	0,59		
5,00	R	3173,54	987,87	293,03	94,93	31,45	10,17	4,36	1,78	0,68	0,37		
	v	24,26	15,30	9,42	5,99	3,82	2,41	1,70	1,18	0,79	0,61		
5,20	R	3423,56	1064,75	315,52	102,14	33,81	10,93	4,68	1,92	0,73	0,39		
	v	25,23	15,91	9,79	6,23	3,98	2,51	1,77	1,22	0,82	0,63		
5,40	R	3682,96	1144,46	338,82	109,61	36,26	11,71	5,01	2,05	0,78	0,42		
	v	26,20	16,52	10,17	6,47	4,13	2,60	1,84	1,27	0,85	0,66		
5,60	R	3951,74	1227,00	362,92	117,32	38,78	12,52	5,36	2,19	0,83	0,45		
	v	27,17	17,13	10,55	6,71	4,28	2,70	1,90	1,32	0,88	0,68		
5,80	R	4229,92	1312,37	387,82	125,29	41,39	13,35	5,71	2,33	0,88	0,48		
	v	28,14	17,75	10,92	6,95	4,44	2,80	1,97	1,36	0,91	0,71		
6,00	R	4517,48	1400,00	413,53	133,51	44,07	14,21	6,07	2,48	0,94	0,51		
	v	29,11	18,36	11,30	7,19	4,59	2,89	2,04	1,41	0,94	0,73		
6,20	R	4814,42	1491,58	440,05	141,98	46,83	15,09	6,45	2,63	1,00	0,54		
	v	30,08	18,97	11,68	7,43	4,74	2,99	2,11	1,46	0,97	0,76		
6,40	R	5120,74	1585,42	467,37	150,70	49,68	16,00	6,83	2,79	1,06	0,57		
	v	31,05	19,58	12,05	7,67	4,90	3,08	2,18	1,50	1,01	0,78		
6,60	R	5436,44	1682,09	495,48	159,67	52,60	16,93	7,23	2,95	1,12	0,60		
	v	32,02	20,19	12,43	7,91	5,05	3,18	2,24	1,55	1,04	0,80		
6,80	R	5761,53	1781,58	524,41	168,89	55,60	17,89	7,63	3,12	1,18	0,64		
	v	32,99	20,80	12,81	8,15	5,20	3,28	2,31	1,60	1,07	0,83		
7,00	R	6095,99	1883,89	554,13	178,37	58,69	18,87	8,05	3,28	1,24	0,67		
	v	33,96	21,42	13,18	8,39	5,35	3,37	2,38	1,65	1,10	0,85		
7,50	R	6973,19	2152,02	631,95	203,89	66,74	21,43	9,13	3,72	1,41	0,76		
	v	36,39	22,95	14,13	8,99	5,74	3,61	2,55	1,76	1,18	0,91		
8,00	R	7908,99	2437,78	714,76	230,26	75,28	24,14	10,28	4,19	1,58	0,85		
	v	38,81	24,48	15,07	9,58	6,12	3,86	2,72	1,88	1,26	0,98		
9,00	R	9956,40	3062,18	895,39	287,67	93,85	30,02	12,77	5,19	1,96	1,06		
	v	43,66	27,54	16,95	10,78	6,88	4,34	3,06	2,12	1,41	1,10		
10,00	R		3757,04	1095,99	351,27	114,38	36,51	15,50	6,30	2,37	1,28		
	v		30,59	18,83	11,98	7,65	4,82	3,40	2,35	1,57	1,22		

Сводный график полей О—Н насосов типа К

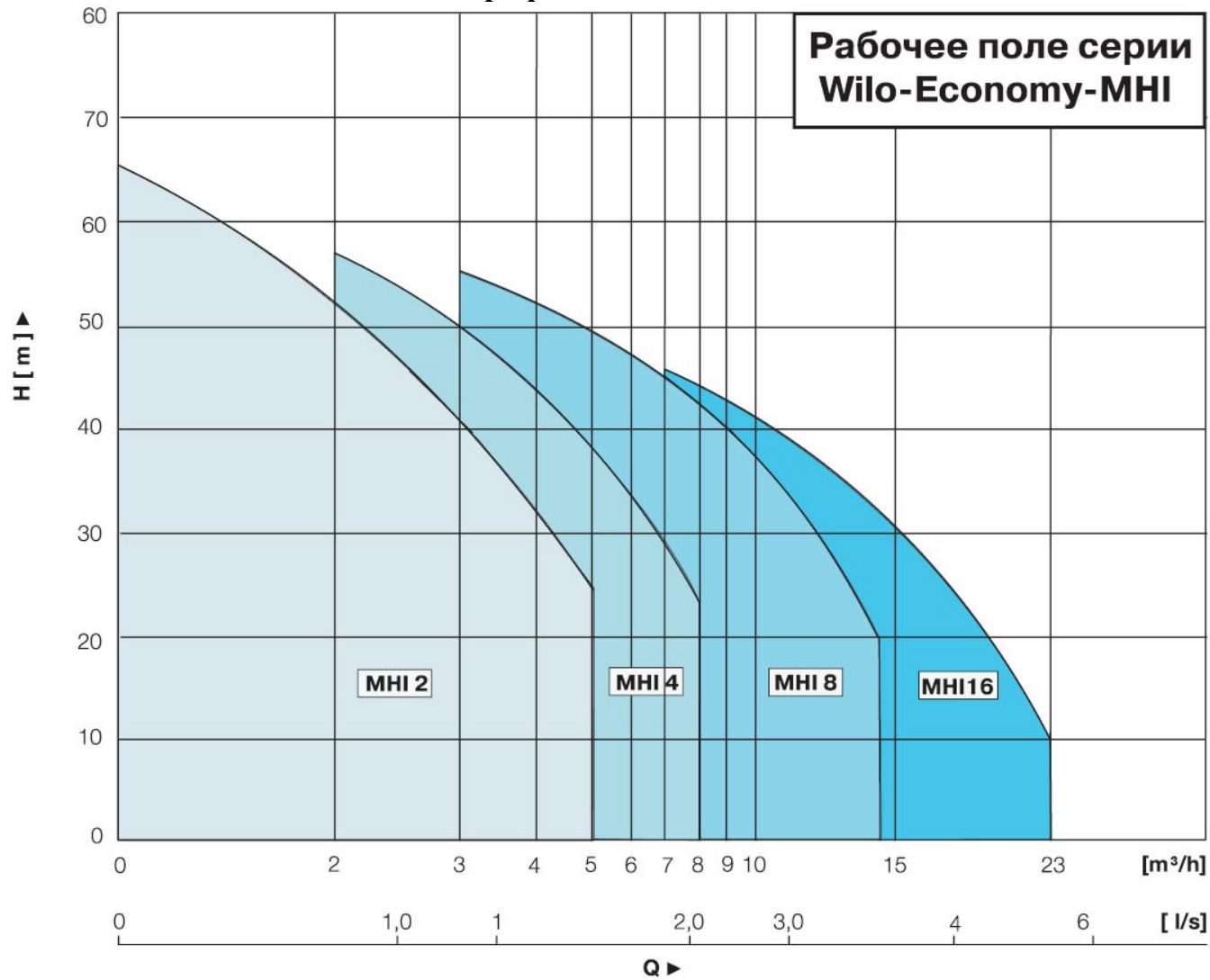


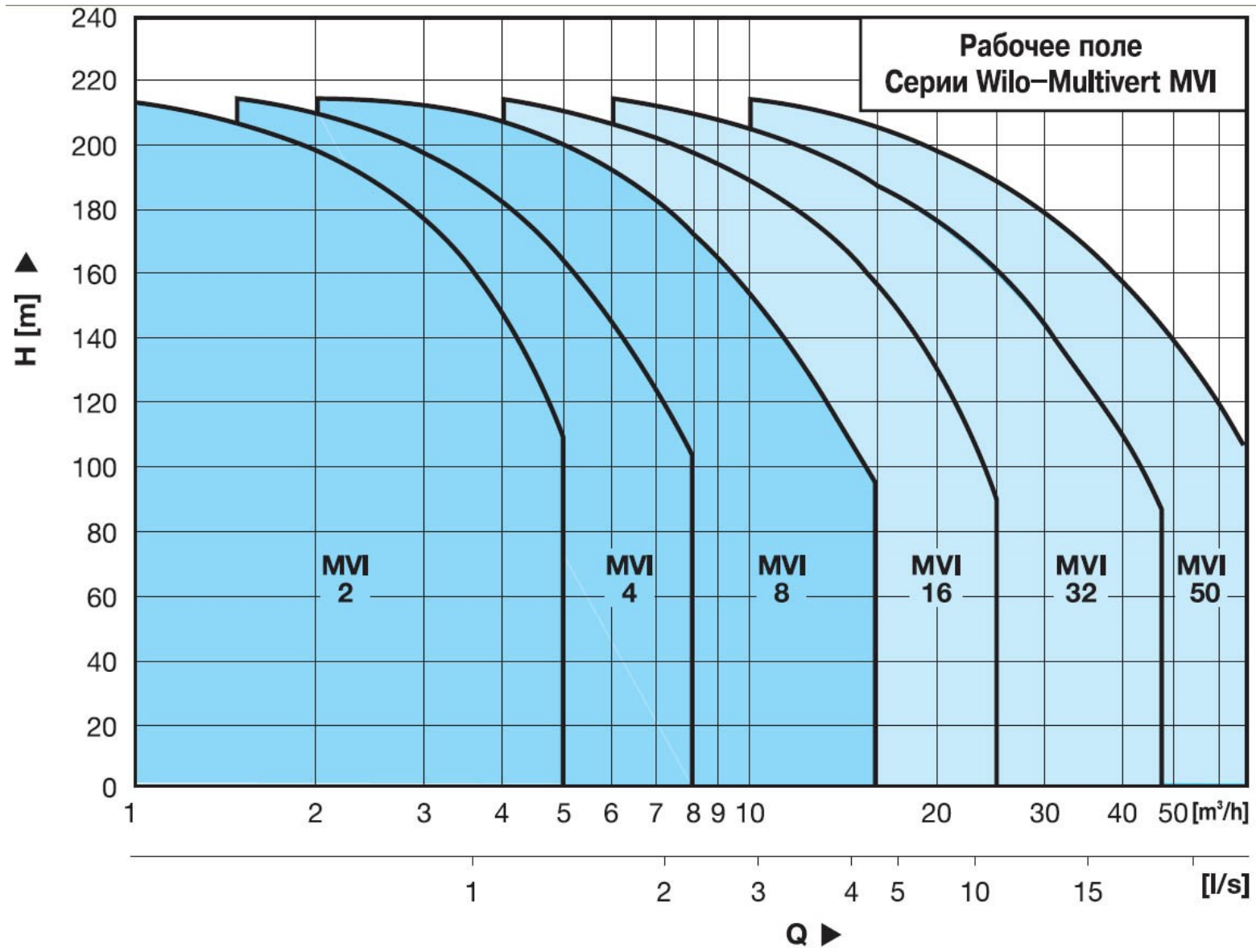
СВОДНЫЕ ГРАФИКИ ПОЛЕЙ $Q-H$ НАСОСОВ ФИРМЫ GRUNDFOS

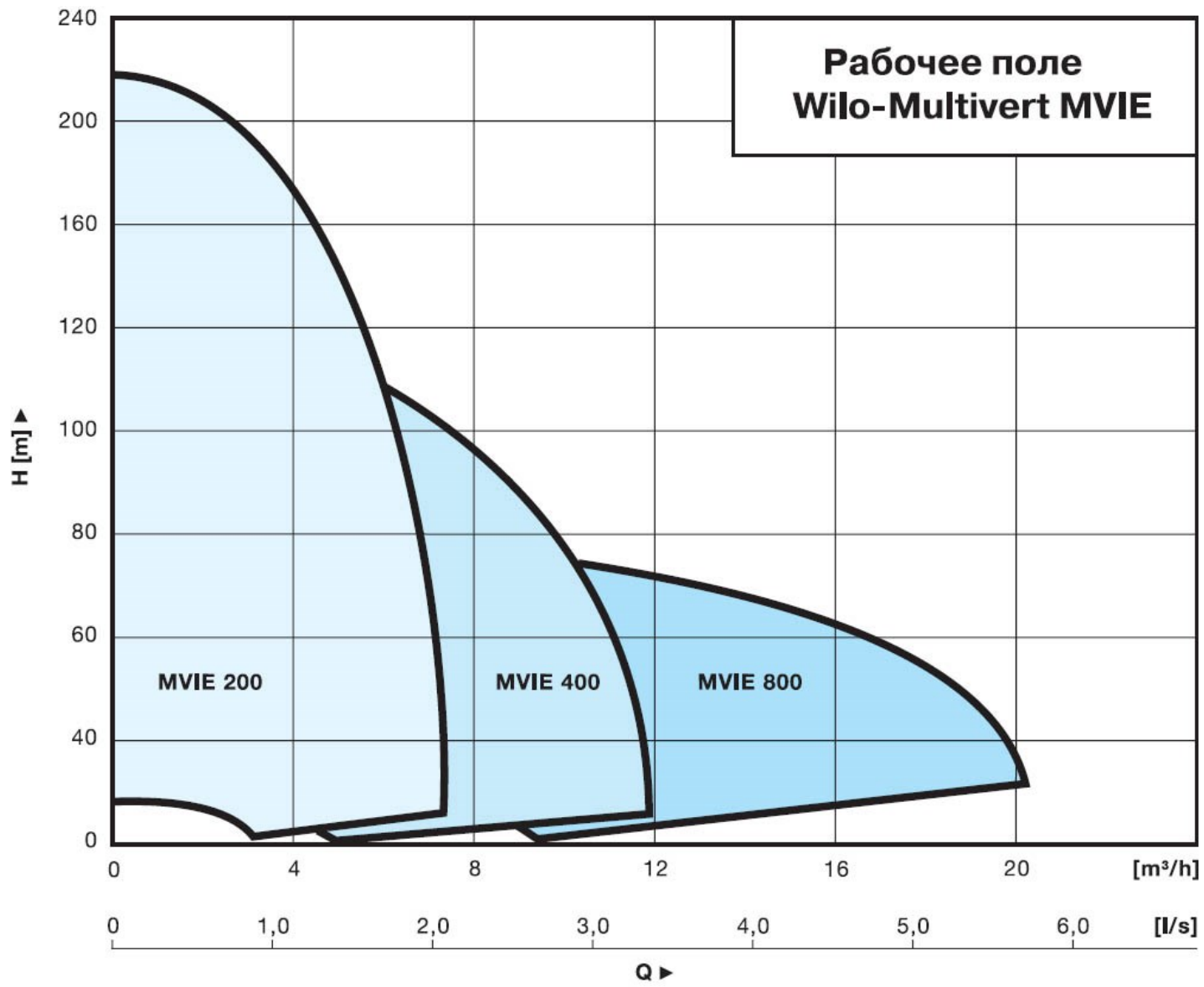


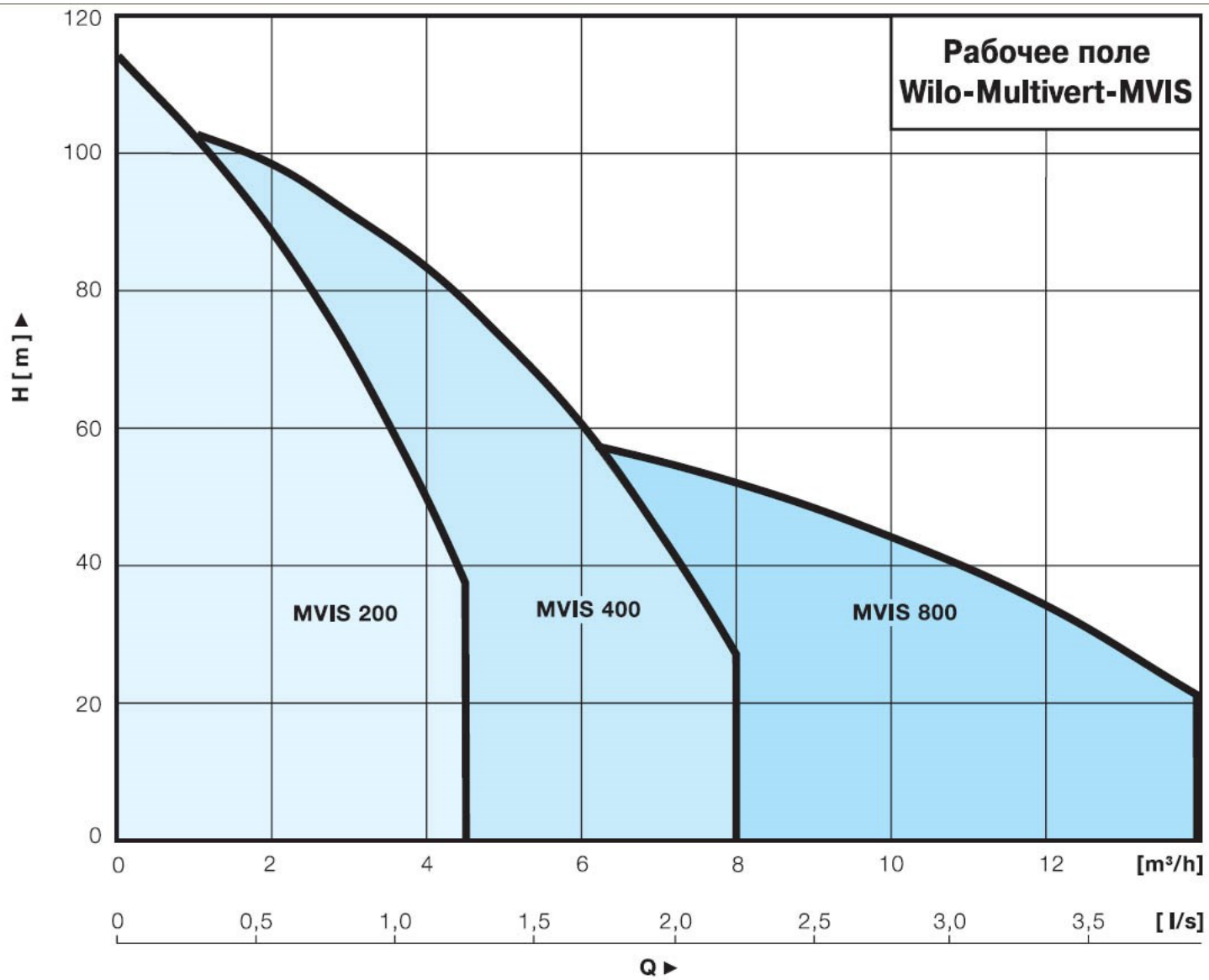


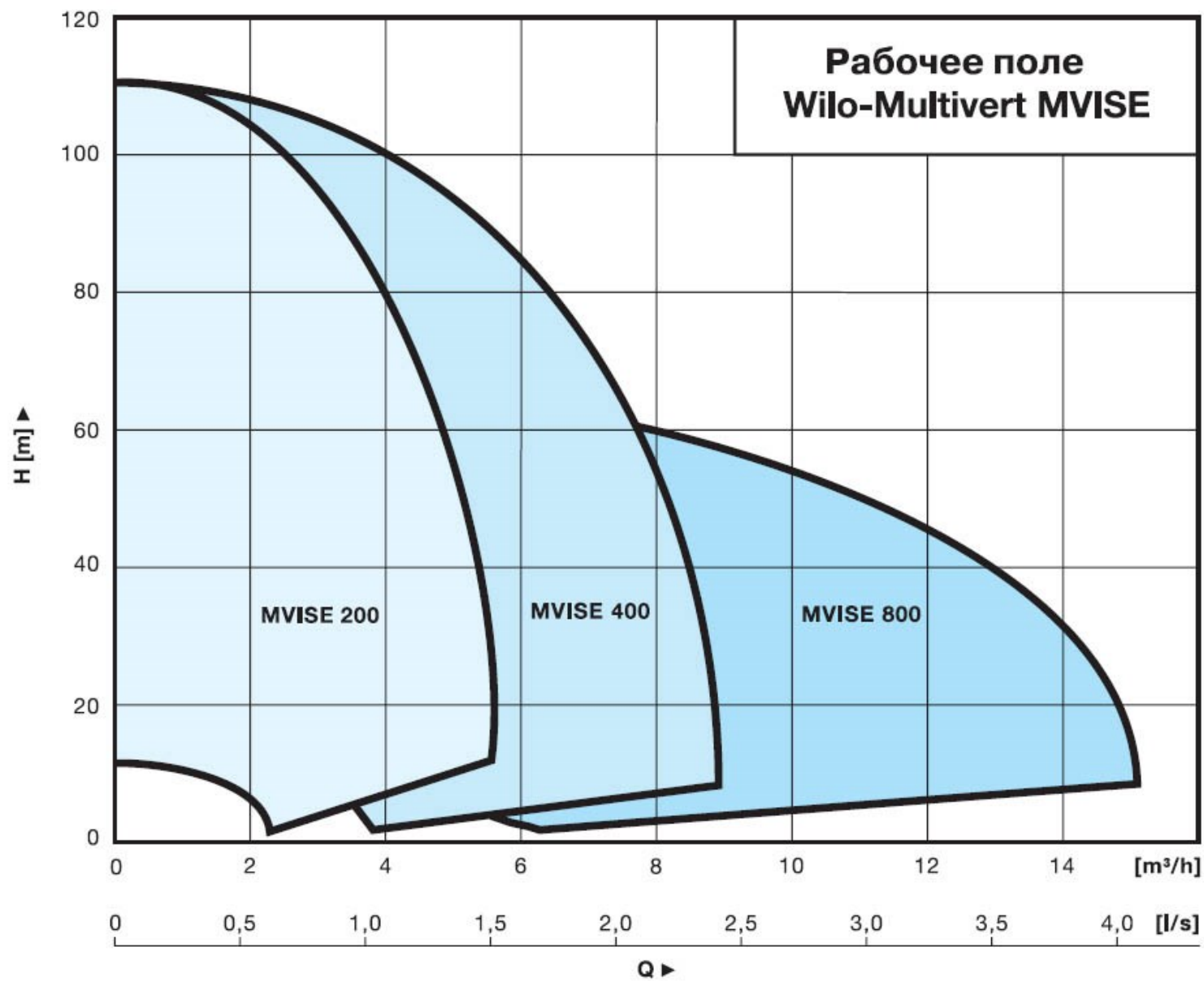
Сводный график полей насосов Wilo











ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблицы для гидравлического расчета безнапорных трубопроводов из поливинилхлоридных труб

$D_n = 50 \text{ мм}, S = 1,9 \text{ мм}$

h/D	Расход жидкости q_s , л/с, и скорости V , м/с, при уклоне трубопровода									
	$i=0,01$		$i=0,02$		$i=0,03$		$i=0,04$		$i=0,05$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	0,13	0,34	0,207	0,55	0,27	0,72	0,32	0,85	0,37	0,98
0,4	0,23	0,41	0,36	0,65	0,47	0,85	0,56	1,014	0,64	1,16
0,5	0,35	0,47	0,55	0,74	0,716	0,96	0,85	1,14	0,97	1,30
0,6	0,48	0,51	0,75	0,8	0,97	1,04	1,15	1,23	1,3	1,4
0,7	0,60	0,54	0,94	0,845	1,22	1,09	1,44	1,3	1,65	1,47
0,8	0,706	0,55	1,1	0,86	1,43	1,11	1,69	1,32	1,92	1,5
0,9	0,77	0,54	1,2	0,85	1,55	1,098	1,84	1,3	2,09	1,48
1,0	0,7	0,47	1,1	0,74	1,43	0,96	1,7	1,14	1,94	1,3

$D_n = 110 \text{ мм}, S = 3,2 \text{ мм}$

h/D	Расход жидкости q_s , л/с, и скорости V , м/с, при уклоне трубопровода															
	$i=0,01$		$i=0,014$		$i=0,018$		$i=0,025$		$i=0,03$		$i=0,04$		$i=0,05$		$i=0,1$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	1,525	0,717	1,86	0,87	2,17	1,02	2,62	1,23	2,91	1,368	3,4	1,6	3,85	1,81	5,6	2,63
0,4	2,68	0,85	3,26	1,034	3,79	1,205	4,57	1,45	5,07	1,61	5,92	1,88	6,7	2,13	9,7	3,08
0,5	4,02	0,955	4,89	1,16	5,69	1,35	6,85	1,625	7,58	1,8	8,85	2,1	10,00	2,374	14,45	3,43
0,6	5,46	1,033	6,62	1,25	7,7	1,46	9,26	1,75	10,25	1,94	11,95	2,26	13,5	2,56	19,48	3,69
0,7	6,84	1,085	8,29	1,31	9,64	1,53	11,58	1,84	12,82	2,03	14,94	2,37	16,88	2,68	24,32	3,86
0,8	8,00	1,107	9,7	1,34	11,27	1,56	13,55	1,874	15,00	2,07	17,47	2,42	19,73	2,73	28,43	3,93
0,9	8,71	1,09	10,56	1,32	12,27	1,536	14,75	1,846	16,33	2,04	19,02	2,38	21,49	2,69	30,97	3,87
1,0	8,05	0,955	9,77	1,16	11,37	1,35	13,7	1,625	15,16	1,8	17,7	2,1	20,00	2,374	28,9	3,43

$D_H = 160 \text{ мм}, S = 4,7 \text{ мм}$

h/D	Расход жидкости q_s , л/с, и скорости V , м/с, при уклоне трубопровода																	
	$i = 0,004$		$i = 0,006$		$i = 0,008$		$i = 0,01$		$i = 0,012$		$i = 0,014$		$i = 0,016$		$i = 0,018$		$i = 0,02$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	2,45	0,54	3,14	0,7	3,73	0,83	4,28	0,95	4,75	1,06	5,18	1,15	5,6	1,24	5,98	1,33	6,35	1,41
0,4	4,30	0,65	5,51	0,83	6,53	0,98	7,48	1,12	8,29	1,25	9,04	1,36	9,76	1,47	10,42	1,57	11,05	1,66
0,5	6,48	0,728	8,28	0,93	9,79	1,1	11,22	1,26	12,42	1,395	13,53	1,52	14,6	1,64	15,58	1,75	16,51	1,855
0,6	8,8	0,79	11,27	1,01	13,26	1,19	15,18	1,36	16,8	1,5	18,3	1,64	19,74	1,77	21,06	1,89	22,31	2,00
0,7	11,03	0,83	14,06	1,06	16,61	1,25	19,00	1,43	21,03	1,58	22,9	1,72	24,69	1,85	26,33	1,98	27,9	2,09
0,8	12,92	0,84	16,5	1,08	19,44	1,27	22,23	1,45	24,59	1,61	26,78	1,75	28,87	1,89	30,79	2,015	32,62	2,13
0,9	14,05	0,83	17,91	1,06	21,16	1,25	24,2	1,43	26,78	1,59	29,16	1,73	31,44	1,86	33,53	1,99	35,53	2,1
1,0	12,96	0,728	16,55	0,93	19,58	1,1	22,43	1,26	24,84	1,395	27,06	1,52	29,2	1,64	31,16	1,75	33,03	1,855

$D_H = 200 \text{ мм}, S = 5,9 \text{ мм}$

h/D	Расход жидкости q_s , л/с, и скорости V , м/с, при уклоне трубопровода											
	$i = 0,004$		$i = 0,006$		$i = 0,008$		$i = 0,01$		$i = 0,012$		$i = 0,014$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	4,56	0,65	5,83	0,83	6,91	0,98	7,83	1,11	8,7	1,24	9,46	1,35
0,4	8,00	0,77	10,20	0,98	12,07	1,16	13,65	1,31	15,15	1,46	16,46	1,58
0,5	12,02	0,865	15,29	1,1	18,07	1,3	20,43	1,47	22,66	1,63	24,61	1,77
0,6	16,30	0,93	20,71	1,19	24,4	1,4	27,64	1,59	30,63	1,76	33,25	1,91
0,7	20,43	0,98	25,93	1,25	30,6	1,47	34,58	1,66	38,31	1,84	41,58	2,00
0,8	23,91	1,00	30,34	1,27	35,8	1,50	40,44	1,69	44,8	1,88	48,62	2,04
0,9	26,02	0,987	33,02	1,25	38,98	1,48	44,03	1,67	48,79	1,85	52,94	2,01
1,0	24,05	0,865	30,58	1,1	36,14	1,3	40,87	1,47	45,32	1,63	49,21	1,77
h/D	$i = 0,016$		$i = 0,018$		$i = 0,02$		$i = 0,022$		$i = 0,026$		$i = 0,028$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	10,22	1,45	10,92	1,55	11,58	1,65	12,17	1,73	13,26	1,89	13,92	1,98
0,4	17,77	1,71	18,99	1,83	20,11	1,94	21,14	2,03	23,02	2,21	24,14	2,32
0,5	26,55	1,91	28,36	2,04	30,03	2,16	31,56	2,27	34,34	2,47	36,00	2,59
0,6	35,87	2,06	38,3	2,20	40,54	2,33	42,60	2,44	46,34	2,66	48,58	2,79
0,7	37,57	2,16	47,87	2,30	50,67	2,44	53,23	2,56	57,89	2,78	60,68	2,92
0,8	54,43	2,20	55,97	2,35	59,23	2,48	62,22	2,61	67,67	2,84	70,93	2,97
0,9	57,1	2,16	60,96	2,31	64,52	2,45	67,78	2,57	73,71	2,79	77,27	2,93
1,0	53,1	1,91	56,72	2,04	60,06	2,16	63,11	2,27	68,68	2,47	72,01	2,59
h/D	$i = 0,03$		$i = 0,036$		$i = 0,04$		$i = 0,05$		$i = 0,1$		$i = 0,15$	
	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V	q_s	V
0,3	14,40	2,05	15,88	2,26	16,86	2,4	19,84	2,70	27,1	3,86	33,19	4,73
0,4	24,99	2,40	27,52	2,65	29,21	2,81	32,78	3,15	46,78	4,50	57,21	5,5
0,5	37,26	2,68	41,01	2,95	43,51	3,13	48,79	3,51	69,51	5,0	84,94	6,11
0,6	50,26	2,88	55,3	3,17	58,67	3,37	65,76	3,77	93,56	5,37	114,26	6,56
0,7	62,78	3,02	69,06	3,32	73,25	3,52	82,09	3,95	116,7	5,61	142,46	6,85
0,8	73,38	3,07	80,71	3,38	85,60	3,59	95,92	4,02	136,32	5,71	166,38	6,97
0,9	79,94	3,03	87,93	3,33	93,27	3,54	104,51	3,96	148,57	5,63	181,36	6,88
1,0	74,51	2,68	82,02	2,95	87,03	3,13	97,59	3,51	139,02	5,0	169,88	6,11

Учебное издание

**Андрей Юрьевич Плавич,
Игорь Станиславович Александров**

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

Расчёт водопровода и канализации жилого здания

Редактор И.В. Голубева

Подписано в печать 23.11.2021 г. Формат 60×90 1/16.
Уч.-изд. л. 5,1. Печ. л. 3,6. Тираж 30 экз. Заказ № 120 .

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1