

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

Учебное пособие

по дисциплине

«Санитарно – техническое оборудование зданий»

Авторы

Нечаева Л.И.

Родионова А.Б.



Ростов-на-Дону, 2016

Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов специальности «Водоснабжение и водоотведение» заочной формы обучения.

Авторы

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», к.т.н. Нечаева Л.И.

Ассистент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» Родионова А.Б.



Оглавление

Введение	4
1. Технологическая часть	5
1.1. Общие сведения о жилом доме	5
1.2. Система водоснабжения	6
1.3. Система подготовки воды в здании	26
1.4. Расчет насосного оборудования	35
1.5. Конструирование системы водоснабжения	38
1.6. Проектирование внутренней системы водоотведения	42

ВВЕДЕНИЕ

Главной задачей систем водоснабжения и водоотведения является создание максимально комфортных и надежных в санитарно-эпидемиологическом аспекте условий проживания в населенных пунктах. Несмотря на непрекращающийся поток критики в адрес систем водоснабжения, как не имеющих возможности должным образом, в основном на европейском уровне, очистить природные воды, очистные сооружения, за некоторым исключением, на выходе получают качество воды соответствующем требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Основной проблемой систем водоснабжения является высокий уровень износа распределительных сетей, что приводит к вторичному загрязнению, как по органолептическим, так и по микробиологическим показателям. В результате потребитель совершенно справедливо говорит о низком качестве воды. К сожалению, решение проблемы распределительных сетей дело достаточно длительного времени даже при необходимом финансировании, поэтому на настоящий момент имеет смысл предусматривать в системе водоснабжения отдельных зданий или групп зданий свои локальные очистные сооружения.

По нашему мнению данных выход позволит уже в наикратчайший период времени обеспечить водой высокого качества население. Кроме этого возможно применение в системах очистки дополнительных процессов, значительно улучшающих органолептические свойства воды.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Общие сведения о жилом доме

Жилое 12 – этажное здание с повышенными требованиями к качеству питьевой воды и воды используемой на бытовые нужды. В месте расположения здания качество воды, забираемой из наружной водопроводной сети не всегда удовлетворяет требованиям из-за значительной изношенности труб. В связи с этим возникла необходимость устройства блока локальных очистных сооружений, улучшающих качество воды. Экономически нецелесообразно подвергать сложной очистки всю подаваемую в здание воду, т.к. большая часть потребляется на хозяйственно-бытовые и гигиенические нужды, поэтому система водоснабжения состоит из:

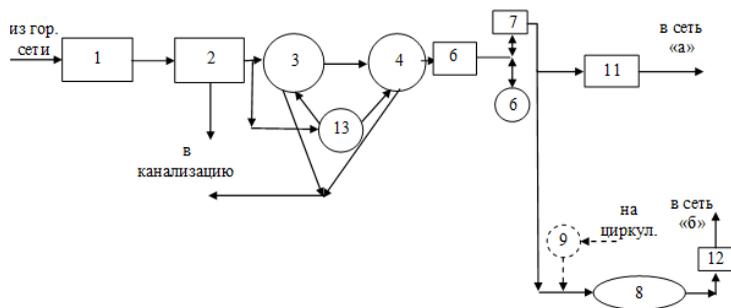
а) система холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые и гигиенические нужды. Подача воды осуществляется: на кухню (мытьё посуды и т.д.), в ванную (стирка, гигиенические процедуры), туалет и на питьевые нужды. Вода подается из водопроводной сети после грубой очистки.

б) система горячего водоснабжения. Вода подается на кухню и в ванную комнату. Приготовление горячей воды осуществляется путем подогрева в скоростном водоподогревателе холодной воды системы «а».

в) система водоподготовки включает в себя: механические фильтры грубой и тонкой очистки, фильтр с кварцевым песком, фильтр с активированным углем, обеззараживающую установку

г) при необходимости насосная установка с мембранными баками и водомерным узлом.

Схема распределения воды представлена на рис.1.



7

Рис.1. Схема распределения воды в системе водоснабжения.

1-общий водомерный узел; 2 – блок сетчатых фильтров; 3 - осветлительный (песчаный) фильтр; 4 – фильтр с активированным углем; 5 – блок обеззараживания; 6 – гидропневматический бак; 7 – повысительный насос; 8 – скоростной водонагреватель; 9 – циркуляционный насос (в случае необходимости, установленной расчетом); 10 – водомерный узел питьевой воды; 11 – водомерный узел холодной воды; 12 – водомерный узел горячей воды.

В состав системы канализации входит система хозяйственно-бытовой канализации. 1.2. Система водоснабжения

1.2. Система водоснабжения

1.2.1. Система холодного водоснабжения

Выбор системы холодного водоснабжения

Вид системы холодного водоснабжения зависит от внешних и внутренних факторов. В роли внешнего фактора, в данном случае, выступает гарантированный напор воды в месте подключения к разводящей водопроводной сети, который является величиной, заданной. Внутренние

факторы: неравномерность водопотребления, сервисный напор, норма водопотребления.

В случае жилого здания неравномерность водопотребления неизбежна, а определение коэффициента часовой неравномерности является весьма сложной задачей. Выход из этого положения возможен путем гидравлического расчета системы на максимальный расход с учетом нормы водопотребления (выступает функцией степени благоустройства) и вероятности действия приборов.

В зависимости от соотношения, сервисного и гарантированного напоров возможны следующие варианты:

- простая без повысительных насосов и водонапорного бака (при $H_{\text{gar}} > H_{\text{ser}}$);
- с водонапорным баком (при $H_{\text{gar}} \approx H_{\text{ser}}$);
- с повысительными насосами и водонапорным баком ($H_{\text{gar}} < H_{\text{ser}}$ при большой неравномерности водопотребления);
- с повысительными насосами ($H_{\text{gar}} < H_{\text{ser}}$ при водопотреблении близком к равномерному);
- с повысительными насосами и гидропневматической установкой.

В нашем случае гарантированный напор зафиксирован на уровне 30 м. вод.ст., немногим более геодезического перепада высот между диктующим прибором и место подключения к городской водопроводной сети. Следовательно, необходимым является устройство подкачки

вающей насосной станции и либо водонапорного бака, либо гидропневматической установки.

Проектируемое здание высотой 10 этажей не нуждается в противопожарном водопроводе и может допускать перерывы в водоснабжении, что позволяет запроектировать тупиковую схему разводки в подвале.

Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые и гигиенические нужды

Основой для гидравлического расчета является построенная аксонометрическая схема, которая разбивается на расчетные участки, границами которых являются точки изменения величины расхода воды (рис.2).

Рисунок 2. Аксонометрическая схема системы холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые и гигиенические нужды.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке определяется по формуле:

$$q_c = 5q_c^0 \alpha \quad (1),$$

где q_c^0 – максимальный секундный расход воды отдельным прибором, принимается в зависимости от норм водопотребления по прил.3 [1];

α – коэффициент, определяемый согласно прил. 4 [1] в зависимости от числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их одновременного действия P^c .

Вероятность одновременного действия санитарно-технических приборов на участке сети при однородных потребителях определяется по формуле:

$$P^c = \frac{q_{hr.u}^c \cdot U}{q_0^c \cdot N \cdot 3600}, \quad (2)$$

где $q_{hr.u}^c$ – расход воды в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по прил. 3 [1] в зависимости от нормы водопотребления;

U – количество жителей в здании, чел;

q_0^c – расход холодной воды санитарно-техническим прибором, л/с;

N – количество санитарно-технических приборов, шт.

Водоснабжение и водоотведение

$$P^c = \frac{5,6 \cdot 480}{0,2 \cdot 432 \cdot 3600} = 0,0086$$

Расчет потерь напора на участке выполняем по формуле:

$$H = (1 + k_i) \cdot i \cdot l \quad (3),$$

где k_i – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления;

i – потери напора на 1 метр трубопровода, м.вод.ст./м;

l – длина расчетного участка, м.

Систему холодного водоснабжения проектируем из пластмассовых труб фирмы Екопластик (Wavin) PN 10 и потери напора на 1 м трубопровода принимаем по предлагаемым производителем таблицам.

Результат расчета представлен в таблице 1.5

Таблица 1.5

Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения

№ уч-ков	Число приборов на уч-ке, шт	P^c	NP^c	$q_{об}, л/с$	α	$q_{г}, л/с$	Длина участка l , м	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Потери напора на 1м, м	Потери напора на участке, м
1-2	1	0,008642	0,00864	0,2	0,1814	0,1814	0,6	20	0,9742	0,0954	0,0744
2-3	2	0,008642	0,01728	0,2	0,2072	0,2072	0,6	20	1,113	0,115	0,0897
3-4	3	0,008642	0,02593	0,2	0,228	0,228	4,5	20	1,2245	0,14	0,819
4-5	6	0,008642	0,05185	0,2	0,2766	0,2766	3	20	1,4857	0,21	0,819
5-6	9	0,008642	0,07778	0,2	0,3152	0,3152	3	20	1,6931	0,25	0,975
6-7	12	0,008642	0,1037	0,2	0,3486	0,3486	3	25	1,1101	0,091	0,3549
7-8	15	0,008642	0,12963	0,2	0,3786	0,3786	3	25	1,2056	0,1	0,39
8-9	18	0,008642	0,15556	0,2	0,4062	0,4062	3	25	1,2935	0,12	0,468
9-10	21	0,008642	0,18148	0,2	0,4319	0,4319	3	25	1,3756	0,134	0,5226
10-11	24	0,008642	0,20741	0,2	0,4563	0,4563	3	32	0,8598	0,039	0,1521
11-12	27	0,008642	0,23333	0,2	0,4794	0,4794	3	32	0,9035	0,045	0,1755
12-13	30	0,008642	0,25926	0,2	0,5016	0,5016	3	32	0,9453	0,047	0,1833
13-14	33	0,008642	0,28519	0,2	0,523	0,523	3	32	0,9855	0,49	1,911
14-15	35	0,008642	0,30247	0,2	0,5368	0,5368	10,2	32	1,0115	0,051	0,6763
15-16	79	0,008642	0,68272	0,2	0,792	0,792	8,4	40	0,8937	0,035	0,3822
16-17	123	0,008642	1,06296	0,2	1,0003	1,0003	2,1	40	1,1287	0,0549	0,1499
17-18	134	0,008642	1,15802	0,2	1,0484	1,0484	10,8	40	1,183	0,0599	0,841
18-19	145	0,008642	1,25309	0,2	1,0953	1,0953	3,9	40	1,2359	0,066	0,3346
19-20	192	0,008642	1,65926	0,2	1,2851	1,2851	1,6	40	1,45	0,084	0,1747
20-21	239	0,008642	2,06543	0,2	1,4619	1,4619	8,3	50	1,1187	0,037	0,3992
21-22	272	0,008642	2,35062	0,2	1,5804	1,5804	1,6	50	1,2094	0,0411	0,0855
22-23	281	0,008642	2,4284	0,2	1,612	1,612	1,3	50	1,2336	0,0451	0,0762
23-24	317	0,008642	2,73951	0,2	1,7361	1,7361	4,2	50	1,3285	0,0501	0,2735
										$\Sigma H =$	11,19

Расчет водомера

Подбор водомера производим по среднечасовому расходу, который определяется по формуле:

$$Q_{\text{ср.ч.}} = \frac{q_{ж} \cdot N_{ж}}{24 \cdot 1000} \quad (4),$$

где $q_{ж}$ - норма водопотребления холодной воды на одного жителя,

л/сут·чел;

$N_{\text{ж}}$ - число жителей в здании, чел.

$$Q_{\text{ср.ч.}} = \frac{300 \cdot 480}{24 \cdot 1000} = 6 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По таблице 4 СНиП 2.04.01-85 [1] подбираем водомер с ближайшим большим значением эксплуатационного расхода.

В данном случае это крыльчатый водомер с диаметром условного прохода 40 мм со следующими параметрами:

минимальный расход – 0,16 м³/ч;

эксплуатационный расход – 6,4 м³/ч;

максимальный расход – 16,0 м³/ч;

порог чувствительности не более – 0,08 м³/ч;

гидравлическое сопротивление счетчика – $0,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

Согласно СНиП 2.04.01-85 [1] потери давления в счетчиках h , м, при расчетном секундном расходе воды q^c (л/с), следует определять по формуле:

$$h = Sq^2 \quad (5),$$

где S — гидравлическое сопротивление счетчика.

Потери напора в водомере:

$$h = 0,5 \cdot 1,3285^2 = 2,30 \text{ м.вод.ст.}$$

В п. 11.3. СНиП 2.04.01.85 [1] указывается, что крыльчатый водомер должен иметь сопротивление не более 5 м.вод.ст. – условие выполняется, поэтому данный водомер может быть принят к установке.

Согласно п. 11.1. СНиП 2.04.01.85 [1] «счетчики воды следует устанавливать в каждую квартиру жилых зданий ...», следовательно, необходимо произвести расчет водомера на вводе в квартиру.

$$Q_{\text{ср.ч.}} = \frac{180 \cdot 4}{24 \cdot 1000} = 0,03 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По таблице 4 СНиП 2.04.01-85 [1] подбираем водомер с диаметром условного прохода 15 мм со следующими параметрами:

минимальный расход – 0,03 м³/ч;

эксплуатационный расход – 1,2 м³/ч;

максимальный расход – 3,0 м³/ч;

порог чувствительности не более – 0,015 м³/ч;

гидравлическое сопротивление счетчика – $14,5 \frac{м}{(л/с)^2}$.

Потери напора в водомере:

$$h = 14,5 \cdot 0,239^2 = 0,827 \text{ м.вод.ст.} < 5,0 \text{ м.вод.ст.}$$

Выбранный водомер удовлетворяет условию и может быть принят к установке.

1.2.2. Система горячего водоснабжения здания

Выбор схемы горячего водоснабжения

Система горячего водоснабжения состоит из тех же основных элементов, что и система холодного водоснабжения с добавлением устройства для приготовления теплоносителя и обратных трубопроводов теплоносителя. Устройство обратных трубопроводов позволяет осуществить циркуляцию воды в сети с целью постоянной температуры горячей воды у водоразборного крана. Сеть горячего водоснабжения бывает с нижней и верхней разводками, тупиковой и закольцованной.

Тупиковые сети горячего водоснабжения с подающими трубопроводами применяют в небольших малоэтажных зданиях с короткими стояками, в бытовых помещениях промышленных зданий и в зданиях с длительным или стабильным потреблением горячей воды.

Схемы сетей горячего водоснабжения с циркуляционным трубопроводом применяют в жилых зданиях, гостиницах, общежитиях, лечебных учреждениях, т.е. во всех случаях, когда возможен неравномерный и кратковременный отбор воды.

Тупиковая система имеет наименьшую металлоемкость, но из-за значительного остывания и нерационального сброса остывшей воды принимается, в жилых зданиях высотой до 4-х этажей, если на стояк не предусмотрены полотенцесушители и протяженность магистральных труб мала.

Наибольшее распространение получала 2-х трубная схема, в которой циркуляция по стоякам и магистралям осуществляется с помощью насоса, забирающего воду из обратной магистрали подающего её в водонагреватель. Эта система более надежна в эксплуатации и удобнее для потребителей, но для нее характерна высокая материалоемкость.

Водообмен и возобновление теплоты в системе достигается:

- естественной циркуляцией,
- искусственной циркуляцией,
- комбинированной (насосно-естественной системой цирку-

ляции).

Принимаем двухтрубную циркуляционную систему горячего водоснабжения с нижней разводкой. Выбор между естественной или искусственной циркуляцией необходимо сделать в процессе гидравлического расчета. Распределительная сеть горячего водоснабжения запитывается водой из системы холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые нужды через водонагреватель, установленный на стене насосной станции.

Трубопроводная сеть горячего водоснабжения будет выполнена из пластмассовых труб с алюминиевой оплеткой Екопластик (Wavin) PN 20 Stabi.

Гидравлический расчет разводящей сети

Гидравлический расчет сети горячего водоснабжения производят в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85[1]. Секундный расход горячей воды q^h , л/с на участках сети определяется по формуле:

$$q^h = 5q_0^h \cdot \alpha \quad (6)$$

где q_0^h – максимальный секундный расход горячей воды одним прибором, л/с.

Принимается по приложению 3 СНиП 2.04.01-85 [1] в зависимости от нормы водопотребления. При норме водопотребления 300 л/(чел·сут) равен 0,2 л/с.

α - коэффициент, зависящий от числа приборов и вероятности их одновременного включения P^h , определяемый по прил.4 СНиП 2.04.01-85 [1]. Вероятность одновременного включения всех приборов в здании:

$$P^h = \frac{q_{hr.u.}^h \cdot U}{3600 \cdot q_0^h \cdot N} \quad (7)$$

где $q_{hr.u.}^h$ - норма расхода воды одним потребителем в час максимального

водопотребления, принимаемая по прил. 3 СНиП 2.04.01-85 [1] в

размере 10,0 л/ч;

U - общее число жителей в здании, чел;

N – число приборов в здании к которым подводится горячая вода, шт.

$$P^h = \frac{10 \cdot 480}{3600 \cdot 0,2 \cdot 180} = 0,037$$

Водоснабжение и водоотведение

Потери напора на расчетном участке:

$$H = i l (1 + k_1) \quad (8)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях, который следует принимать: 0,2 – для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов;

0,5 – для трубопроводов в пределах тепловых пунктов, а также для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями;

0,1 – для трубопроводов водоразборных стояков без полотенцесушителей и циркуляционных стояков.

i – потери напора на 1 м трубопровода, м.вод.ст/м.

Определение потерь напора производим по таблицам предоставленным производителем для выбранного вида туб и температуры воды 50°C.

Пластмассовые трубы не подвержены зарастанию, поэтому величину потерь напора на коэффициент зарастания исправлять не будем.

Результаты заносим в таблицу 1.6.

Таблица 1.6

Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения

№ уч-ков	Число приборов на уч-ке, шт	r_p	№р	q_0^h , л/с	α	q_p , л/с	Длина участка l, м	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Потери напора на 1м, м	Потери напора на участке, м
1-2	0,6	1	0,2	0,037	0,037	0,2506	0,2506	25	1,1583	0,12	0,0936
2-3	5,1	2	0,2	0,037	0,074	0,31	0,31	32	0,8786	0,051	0,3381
3-4	3	4	0,2	0,037	0,148	0,3983	0,3983	32	1,129	0,0849	0,3311
4-5	3	6	0,2	0,037	0,222	0,4694	0,4694	32	1,3306	0,19	0,855
5-6	3	8	0,2	0,037	0,296	0,5316	0,5316	40	0,9572	0,047	0,2115
6-7	3	10	0,2	0,037	0,37	0,5882	0,5882	40	1,0589	0,056	0,252
7-8	3	12	0,2	0,037	0,444	0,6406	0,6406	40	1,1534	0,0376	0,1692
8-9	3	14	0,2	0,037	0,518	0,6901	0,6901	40	1,2424	0,0437	0,1967
9-10	3	16	0,2	0,037	0,592	0,7371	0,7371	40	1,327	0,0495	0,2228
10-11	3	18	0,2	0,037	0,666	0,7821	0,7821	40	1,408	0,0551	0,248
11-12	3	20	0,2	0,037	0,74	0,8254	0,8254	40	1,4861	0,0614	0,2764
12-13	3	22	0,2	0,037	0,814	0,8674	0,8674	40	1,5616	0,0674	0,2426
13-14	10,2	24	0,2	0,037	0,888	0,9081	0,9081	50	1,0495	0,0417	0,5104
14-15	8,4	26	0,2	0,037	0,962	0,9477	0,9477	63	0,6844	0,015	0,1512
15-16	2,1	50	0,2	0,037	1,85	1,3695	1,3695	63	0,989	0,028	0,0706
16-17	10,8	83	0,2	0,037	3,071	1,8644	1,8644	63	1,3464	0,049	0,635
17-18	3,9	94	0,2	0,037	3,478	2,0173	2,0173	63	1,4568	0,0559	0,2616
18-19	1,6	105	0,2	0,037	3,885	2,1661	2,1661	63	1,5643	0,064	0,1229
19-20	8,3	141	0,2	0,037	5,217	2,6305	2,6305	75	1,3404	0,04	0,3984
20-21	1,6	177	0,2	0,037	6,549	3,0701	3,0701	75	1,5644	0,05	0,096
21-22	1,3	199	0,2	0,037	7,363	3,3299	3,3299	90	1,1783	0,0248	0,0387
22-23	4,2	208	0,2	0,037	7,696	3,4345	3,4345	90	1,2153	0,0265	0,1336
23-ВН	10	244	0,2	0,037	9,028	3,8452	3,8452	90	1,3607	0,032	0,384
										$\Sigma H =$	6,24

Расчет циркуляционной сети

Тепловой расчет циркуляционной сети

Тепловой расчет сети выполняется с целью определения потерь тепла в системе горячего водоснабжения. В качестве расчетного направления принимается направление от оси водоподогревателя до верха наиболее удаленного стояка. Диаметры и длины участков соответствуют рассчитанным при гидравлическом

расчете внутреннего горячего водоснабжения. В проектируемом здании предусматривается присоединение системы горячего водоснабжения к закрытой системе теплоснабжения, поэтому минимальная температура в диктующей точке принимается равной 50°C, а температура на выходе из водоподогревателя на 5 -15 °С выше (в нашем случае 60°C).

Температура горячей воды в конце каждого расчетного участка сети:

$$t_k = t_n - \Delta t \cdot l_{уч} \quad (9)$$

где t_n – температура горячей воды в начале участка, °С;
 Δt - перепад температур на 1 м длины трубопровода по расчетному направлению, определяется по формуле:

$$\Delta t = (60 - 50)/L \quad (10)$$

где L – длина трубопровода от водонагревателя до диктующей точки, м;

$l_{уч}$ – длина расчетного участка, м;

Температура окружающего воздуха t_o , принята в зависимости от места расположения расчетного участка: в местах установки водоразборной арматуры $t_o = 20^\circ\text{C}$; в техническом подполье $t_o = 5^\circ\text{C}$

Теплопотери на расчетном участке определяются по формуле:

$$Q_i = 0,001 \cdot \pi \cdot d_i \cdot K_i \cdot l_i \cdot \left[\frac{t_n + t_k}{2} - t_o \right] (1 - \eta), \text{ кВт} \quad (11)$$

где K_i - коэффициент теплопередачи неизолированной трубы, принимается

$$K_i = 11,63 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C};$$

l - длина расчетного участка, м;

t_n и t_k - начальная и конечная температура воды на данном участке, °С;

η - КПД теплоизоляции, принимаем для неизолированных труб равным 0, для изолированных 0,6 - 0,8.

d - диаметр, м.

Вычисляем количество тепла ΣQ_i , кВт, которое должно проходить по расчетному участку, чтобы компенсировать потери тепла на данном участке и пропустить транзитом тепло на все последующее за ним участки и подсоединенные по пути стояки. Для чего нарастающим итогом суммируем теплопотери на участках от верха наиболее удаленного распределительного стояка до водонагревателя. В местах подключения стояков теплопотери в них также суммируем, принимая их равными их равными сумме потерь тепла в

нижнем участке наиболее удаленного от водоподогревателя расчетного стояка.

Циркуляционный расход воды по участкам циркуляционной сети:

$$q_{\text{cir}} = \frac{\beta \cdot \sum Q_i}{\Delta t \cdot 4,2}, \text{ л/с} \quad (12)$$

где $\sum Q_i$ – кол-во тепла, которое должно проходить по расчетному участку, кВт;

β – коэффициент разрегулировки циркуляции системы, при разности

температур 10 °С ($\beta = 1$)

Тепловой расчет циркуляционной сети представлен в таблице 1.7.

Водоснабжение и водоотведение

Таблица 1.7.

Тепловой расчет системы горячего водоснабжения

№ уч-ка	l, м	Ø _{внр} , мм	Температура			η	Q ¹ , кВт	ΣQ ¹ , кВт	q _{снр} , л/с
			t _{вн}	t _{сн}	t _{св}				
1_2	0.6	25	50	50.06	20	0	0.016	0.016	0.0098
2_3	5.1	32	50.06	50.58	20	0	0.181	0.197	0.0098
3_4	3	32	50.58	50.89	20	0.7	0.032	0.229	0.0098
4_5	3	32	50.89	51.19	20	0.7	0.033	0.262	0.0098
5_6	3	40	51.19	51.50	20	0.7	0.041	0.303	0.0098
6_7	3	40	51.50	51.80	20	0.7	0.042	0.345	0.0098
7_8	3	40	51.80	52.11	20	0.7	0.042	0.387	0.0098
8_9	3	40	52.11	52.42	20	0.7	0.042	0.429	0.0098
9_10	3	40	52.42	52.72	20	0.7	0.043	0.472	0.0098
10_11	3	40	52.72	53.03	20	0.7	0.043	0.515	0.0098
11_12	3	40	53.03	53.33	20	0.7	0.044	0.559	0.0098
12_13	3	40	53.33	53.64	20	0.7	0.044	0.603	0.0144
13_14	10.2	50	53.64	54.68	20	0.7	0.191	0.794	0.0189
СrT3-1	-	-				-	-	0.794	0.0189
14_15	8.4	63	54.68	55.54	20	0.7	0.204	0.997	0.0237
СrT3-2	-	-				-	-	0.997	0.0189
15_16	2.1	63	55.54	55.75	20	0.7	0.052	1.843	0.0439
СrT3-3	-	-				-	-	1.843	0.0189
16-17	10.8	63	55.75	56.85	5	0.7	0.382	3.019	0.0719

С7Т3-4	-	-			-	-	-	0.79 4	0.018 9
17-18	3.9	63	56.85	57.25	20	0.7	0.100	3.91 3	0.093 2
С7Т3-5		-						0.79 4	0.018 9
18-19	1.6	63	57.25	57.41	20	0.7	0.041	4.74 8	0.113 0
С7Т3-6								0.79 4	0.018 9
19-20	8.3	75	57.41	58.26	20	0.7	0.258	5.80 0	0.138 1
С7Т3-7								0.79 4	0.018 9
20-21	1.6	75	58.26	58.42	5	0.7	0.070	6.66 4	0.158 7
С7Т3-8								0.79 4	0.018 9
21-22	1.3	90	58.42	58.55	5	0.7	0.069	7.52 6	0.179 2
С7Т3-9								0.79 4	0.018 9
22-23	4.2	90	58.55	58.98	5	0.7	0.223	8.54 3	0.203 4
С7Т3-10								0.79 4	0.018 9
23-ВН	10	90	58.98	60.00	5	0.7	0.537	9.87 4	0.235 1

Гидравлический расчет разводящей и циркуляционной сетей при пропуске циркуляционного расхода

Гидравлический расчет разводящей и циркуляционной сетей на пропуск циркуляционного расхода выполняется с целью определения возможности естественной циркуляции воды за счет перепада температур воды в начале и в конце сети.

Потери напора на расчетном участке сети определяем по формуле:

$$H = R \cdot l \cdot (1 + K_l) \quad (13)$$

где R – потери напора на 1 м трубопровода, мм.вод.ст.;

K_l – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления;

l – длина расчетного участка, м.

Гидравлический расчет разводящей сети представлен в таблице 1.8.

Диаметр циркуляционной сети не рассчитывается, а принимается конструктивно на 1-2 сортамента меньше чем разводящая

Водоснабжение и водоотведение

сеть. Причем стояк проектируется одним диаметром не менее 20 мм.

Результаты гидравлического расчета циркуляционной сетей представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.8

Гидравлический расчет разводящей сети при пропуске
циркуляционного расхода

№ уч-ка	l, м	Ø, мм	q _{ст.} , л/с	Потери напора, мм.вод.ст.		V, м/с	K _L	H мм.вод.ст.
				на ед., R	на уч., R*l			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	0,8	20	0,0127	1,5	1,2	0,0929	0,2	1,440
2-3	0,8	20	0,0127	1,5	1,2	0,0929	0,2	1,440
3-4	3,5	25	0,0127	1,5	5,25	0,0587	0,2	6,300
4-5	3	32	0,0127	0,2	0,6	0,036	0,2	0,720
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-6	3	32	0,0127	0,2	0,6	0,036	0,2	0,720
6-7	3	32	0,0127	0,2	0,6	0,036	0,2	0,720
7-8	3	40	0,0127	0,15	0,45	0,0229	0,2	0,540
8-9	3	40	0,0127	0,15	0,45	0,0229	0,2	0,540
9-10	3	40	0,0127	0,15	0,45	0,0229	0,2	0,540
10-11	3	40	0,0127	0,15	0,45	0,0229	0,2	0,540
11-12	3	40	0,0127	0,15	0,45	0,0229	0,2	0,540
12-12a	4,5	26,6	0,0127	0,15	0,675	0,0229	0,2	0,810
12a-13	6,5	26,6	0,0127	0,15	0,975	0,0229	0,2	1,170
13-14	21,6	50	0,0246	0,1	2,16	0,0284	0,2	2,592
14-15	2,1	50	0,0364	0,15	0,315	0,0421	0,2	0,378
15-16	25	63	0,0685	0,1	2,5	0,0495	0,2	3,000
16-17	4,4	63	0,0828	0,2	0,88	0,0598	0,2	1,056
17-ВН	7	63	0,0995	0,2	1,4	0,0719	0,2	1,680
							ΣH=	18,781

Таблица 1.9

 Гидравлический расчет циркуляционной сети при пропуске
циркуляционного расхода

№ уч-ка	l, м	Ø, мм	q _{сир.} , л/с	Потери напора, мм.вод.ст.		V, м/с	K _L	H мм.вод.ст.
				на ед., R	на уч., R*l			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-4	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
4-5	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
5-6	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
6-7	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
7-8	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
8-9	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
9-10	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
10-11	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
11-12	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
12-13	3	25	0.0189	1.400	4.200	0.0385	0.2	5.040
13-14	10.2	25	0.0189	1.400	14.280	0.0385	0.2	17.136
14-15	8.4	25	0.0237	1.800	15.120	0.0483	0.2	18.144
15-16	2.1	25	0.0439	4.700	9.870	0.0895	1.2	21.714
16-17	10.8	32	0.0719	3.900	42.120	0.0894	2.2	134.784
17-18	3.9	32	0.0932	7.300	28.470	0.1159	3.2	119.574
18-19	1.6	32	0.113	9.500	15.200	0.1406	4.2	79.040
19-20	8.3	32	0.1381	13.300	110.390	0.1718	0.2	132.468
20-21	1.6	32	0.1587	16.000	25.600	0.1974	0.2	30.720
21-22	1.3	32	0.1792	20.300	26.390	0.2229	0.2	31.668
22-23	4.2	32	0.2034	24.900	104.580	0.253	0.2	125.496
23-ВН	10	32	0.2351	29.100	291.000	0.2925	1.2	640.200
							ΣH=	761.144

Согласно п 8.5. СНиП 2.04.01-85 [1] потери напора в подающих и циркуляционных трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленных водоразборных или циркуляционных стояков каждой ветви системы не должны отличаться для разных ветвей более чем на 10 %.

При разнице более 10 %, следует предусматривать устройство дросселирующих диафрагм диаметр которых рассчитывается по формуле:

$$d_g = 20 \sqrt{\frac{q}{0,0316 \sqrt{H_{ep}} + 350 \frac{q}{d^2}}} \quad (14)$$

где H_{ep} – избыточный напор, м.вод.ст.;

q – расход, проходящий по трубопроводу, л/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, мм.

Расчет диаметров диафрагм выполнен в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Расчет диаметров дросселирующих диафрагм

Номер стояка	Потери напора в кольце, мм.вод.ст.	Избыточный напор, Нер мм.вод.ст.	Невязка, %	Диаметр диафрагмы, мм
Стояк 1	213,0		-	-
Стояк 2	209,49	3,51	1,647887	-
Стояк 3	190,05	22,95	10,77465	15,58376
Стояк 4	187,026	25,974	12,19437	15,47115
Стояк 5	93,426	119,574	56,13803	13,70203
Стояк 6	84,45	128,55	60,35211	13,60119

Установку дросселирующих шайб предусматриваем на циркуляционном стояке.

1.2.3 Подбор циркуляционного насоса

Гравитационный напор в системе с нижней разводкой определяется по формуле:

$$H_d = 0,25(H_{\text{geom}} + 0,03L) \cdot (t_k - t_n), \text{ мм.вод.ст.} \quad (15)$$

где H_{geom} – расстояние по вертикали от оси водоподогревателя до оси смесителя диктующего прибора, м;

L – расстояние по горизонтали от водоподогревателя до основания самого удаленного стояка, м.

Согласно аксонометрической схеме системы горячего водоснабжения H_{geom} составляет 34,5 м, а расстояние до самого удаленного стояка $L = 52,2$ м

t_k – конечная температура горячей воды в диктующей точке, °С;

t_n – начальная температура на выходе из водоподогревателя, °С.

$$H_d = 0,25(34,5 + 0,03 \cdot 52,2) \cdot (60 - 50) = 90,17 \text{ мм.вод.ст.}$$

Нормальное функционирование системы с естественной циркуляцией возможно при выполнении следующего условия:

$$H_d > \sum H_{\text{totI}} + \sum H_{\text{totII}} + H_{\text{вн}} \quad (16)$$

где $\sum H_{\text{totI}}$ и $\sum H_{\text{totII}}$ – потери напора соответственно в распределительной и циркуляционной сетях при пропуске циркуляционного расхода, мм.вод.ст.; $H_{\text{вн}}$ – потери напора в водонагревателе, мм.вод.ст.

$$90,17 > 18,78 + 761,14 + H_{en} \Rightarrow 78,25 > 779,92 + H_{en}$$

Поставленное условие не выполняется, поэтому необходимо применить принудительную циркуляцию с помощью насоса.

Напор циркуляционного насоса определяем по формуле:

$$H_p = \sum H_{totI} \left(\frac{(0,15 \div 0,3)q^h + q_{cir}}{q_{cir}} \right)^2 + \sum H_{totII} \quad (17)$$

$$H_p = 18,781 \cdot \left(\frac{0,15 \cdot 3,85 + 0,2351}{0,2351} \right)^2 + 761,144 = 985,52 \text{ мм.}$$

вод.ст. или 0,985 м.вод.ст.

Подача циркуляционного насоса определяется по формуле:

$$Q_{cir} = (0,15 \div 0,3)q^h + q_{cir}, \text{ л/с} \quad (18)$$

$$Q_{cir} = 0,15 \cdot 3,85 + 0,2351 = 0,81 \text{ л/с или } 2,93 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Принимаем насос Grundfos (Дания) UP 20-45 N (1 рабочий и 1 резервный). Со следующими характеристиками:

1. Производительность – 0,5 – 3,5 м³/ч;
2. Полный напор – 4 – 1 м.вод.ст.
3. Мощность двигателя – 115 Вт.

1.2.4 Расчет скоростного водоподогревателя

Приготовление горячей воды в проектируемом здании осуществляем при помощи скоростного водоподогревателя с малой площадью межтрубного пространства. Площадь змеевика водоподогревателя определяется по формуле:

$$F_{зм} = \frac{Q_{hr}^h}{\mu \cdot K \cdot \Delta t_{cp}} \quad (19)$$

где μ - коэффициент зарастания трубок змеевика, принимаемый равным 0,65;

Δt_{cp} – среднелогарифмическая разность температур, нагреваемой и греющей воды, рассчитываемая по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,31 \cdot \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (20);$$

где Δt_6 и Δt_m - соответственно большая и меньшая разность температур на входе и выходе из водоподогревателя, определяется по формуле:

$$\Delta t_6 = T_1 - t_в = 150 - 60 = 90^\circ\text{C} \quad (21)$$

Водоснабжение и водоотведение

$$\Delta t_M = T_2 - t_x = 80 - 5 = 75^\circ\text{C} \quad (22)$$

где t_b и t_x - температура нагреваемой воды на входе и выходе из водоподогревателя, $^\circ\text{C}$;

T_1, T_2 - температура воды (теплоносителя) на входе и выходе водоподогревателя, $^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_{cp} = \frac{90 - 75}{2,31 \cdot \lg \frac{90}{75}} = 136,68^\circ\text{C}.$$

Q_{hr}^h - тепловой поток в час максимального водопотребления, кВт, рассчитываемый по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16 q_{hr}^h (55 - t_c) + Q^{ht}, \text{кВт} \quad (23)$$

где Q^{ht} - теплопотери в сети горячего водоснабжения, кВт; q_{hr}^h - максимальный часовой расход горячей воды:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot \alpha_{hr} \quad (24)$$

где $q_{o,hr}^h$ - расход горячей воды, л/ч, санитарно-техническим прибором, определяется по прил.3 СНиП 2.04.01-85 [1];

α_{hr} - безразмерный коэффициент, зависящий от $N P_{hr}^h$.

Вероятность использования всех приборов в системе в целом к которым подается горячая вода P_{hr}^h :

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_o^h}{q_{o,hr}^h} \quad (25)$$

где P^h - вероятность одновременного действия сан.-тех. приборов;

q_o^h - максимальный расход горячей воды одним прибором, л/с.

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

Коэффициент α_{hr} принимаем по прил. 4 табл. 2 СНиП 2.04.01-85 [1] в зависимости от числа приборов и вероятности их одновременного использования $N P_{hr}^h$ равного

$$N P_{hr}^h = 0,0666 \cdot 180 = 11,988 \rightarrow \alpha_{hr} = 4,701.$$

Максимальный часовой расход горячей воды равен:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 4,701 = 4,701 \text{ л/ч.}$$

Тепловой поток в час максимального водопотребления:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 4,701 (55 - 5) + 4,181 = 276,84, \text{ кВт}$$

Коэффициент теплопередачи змеевика K ($\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) принимаем в зависимости от скорости движения воды в межтрубном пространстве и скорости нагреваемой воды в трубах:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\pi}} \quad (26),$$

где $\frac{\delta}{\pi}$ принимается для латунных трубок с соотношением диаметров d_n/d_b равным 16/14 в размере 0,0000094 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;
 α_1 – коэффициент теплоперехода от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубы, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$:

$$\alpha_1 = 1,163 \cdot (1400 + 18T_{cp} - 0,035T_{cp}^2) \frac{V_{mm}^{0,2}}{d_{экв}^{0,2}} \quad (27),$$

где T_{cp} – средняя температура греющей воды, $^\circ\text{C}$:

$$T_{cp} = 0,5 \cdot (T_n + T_k) = 0,5 \cdot (150 + 80) = 115 \text{ } ^\circ\text{C};$$

V_{mt} – скорость греющей воды в межтрубном пространстве, м/с:

$$V_{mm} = \frac{G_m}{3600 \cdot f_{mm}} \quad (28),$$

где f_{mt} – площадь живого сечения межтрубного пространства, м^2 ;

G_r – расход греющей воды, л/ч:

$$G_m = \frac{3600 \cdot Q_{hr}^h}{(T_n - T_k) \cdot 4,2} \quad (29)$$

$d_{экв}$ – эквивалентный диаметр межтрубного пространства, мм:

$$d_{экв} = \frac{D^2 - z d_n^2}{D + z d_n} \quad (30)$$

где z – число трубок в живом сечении подогревателя, шт;

D_b – внутренний диаметр корпуса водонагревателя, мм;

d_n – наружный диаметр трубок, мм

Расход греющей воды равен:

$$G_m = \frac{3600 \cdot 276,84}{(150 - 80) \cdot 4,2} = 3386,9 \text{ л/ч или } 3,39 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для дальнейшего расчета задаемся водонагревателем 080 СТ 34588-68 с характеристиками:

- внутренний диаметр корпуса - 106 мм;
- число трубок - 19;
- площадь живого сечения трубок - 0,00293 м²;
- площадь межтрубного пространства - 0,005 м²;
- площадь поверхности нагрева 1 секции – 3,54 м²;
- длина секции – 4 м.

Скорость греющей в межтрубном пространстве:

$$V_{\text{зм}} = \frac{3,39}{3600 \cdot 0,005} = 0,1883 \text{ м/с}.$$

Эквивалентный диаметр межтрубного пространства:

$$d_{\text{экв}} = \frac{106^2 - 19 \cdot 16^2}{106 + 19 \cdot 16} = 15,54 \text{ мм, тогда}$$

коэффициент α_1

$$\alpha_1 = 1,163 \cdot (1400 + 18 \cdot 115 - 0,035 \cdot 115^2) \frac{0,1883^{0,8}}{0,01554^{0,2}} = 2114,45$$

Вт/(м²·°С).

α_2 – коэффициент теплоперехода от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубы, Вт/(м²·°С):

$$\alpha_2 = 1,163 \cdot (1400 + 18t_{\text{cp}} - 0,035t_{\text{cp}}^2) \frac{V_{\text{mp}}^{0,8}}{d_g^{0,2}} \quad (31),$$

где $d_{\text{в}}$ – внутренний диаметр трубок, мм;

t_{cp} – средняя температура нагреваемой воды, °С:

$$t_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (t_{\text{н}} + t_{\text{к}}) = 0,5 \cdot (60 + 50) = 55 \text{ °С};$$

$V_{\text{тр}}$ – скорость движения воды в трубках, м/с:

$$V_{\text{mp}} = \frac{q_{\text{hr}}^h}{3600 \cdot f_{\text{mp}}} \quad (32),$$

где $f_{\text{тр}}$ – площадь трубок, м².

$$V_{\text{mp}} = \frac{4,701}{3600 \cdot 0,00293} = 0,4457 \text{ м/с, тогда}$$

$$\alpha_2 = 1,163 \cdot (1400 + 18 \cdot 55 - 0,035 \cdot 55^2) \frac{0,4457^{0,8}}{0,014^{0,2}} = 3267,55$$

Вт/(м²·°С).

Коэффициент теплопередачи змеевика К:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2114,45} + \frac{1}{3267,55} + 0,0000094} = 1268,43 \text{ (Вт/м}^2 \cdot \text{°С)}.$$

Площадь змеевика водоподогревателя:

$$F_{зм} = \frac{276840}{0,65 \cdot 1268,43 \cdot 136,68} = 2,457 \text{ м}^2.$$

Количество секций водоподогревателя:

$$n = \frac{F_{зм}}{f_c} \quad (33),$$

где f_c – площадь секции принятого водоподогревателя, м²:

$$n = \frac{2,457}{3,54} = 0,69.$$

Принимаем к установке одну секцию водоподогревателя.

Потери напора в скоростном водоподогревателе:

$$H_{вп} = 1000 \cdot V_{тр}^2 \cdot n_c \cdot n \cdot m \quad (34),$$

где $V_{тр}$ – скорость движения воды в трубках, м/с;

n_c – число секций водоподогревателя, шт;

n – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора в трубках водоподогревателей за счет их зарастания, зависящий от количества чисток в течении года, при одноразовой чистке n принимается равным 4

m – коэффициент гидравлического сопротивления одной секции водоподогревателя, секции m принимается равным 0,75.

$H_{вп} = 1000 \cdot 0,4457^2 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 0,75 = 595,95 \text{ мм.вод.ст.} = 0,596 \text{ м.вод.ст.}$

1.2.5. Расчет водомера воды на системе горячего водоснабжения

Подбор водомера установленного на системе горячего водоснабжения выполняем по формуле (4) при норме водопотребления горячей воды на одного жителя 300-180=120 л/сут·чел;

$$Q_{\text{ср.ч.}} = \frac{120 \cdot 480}{24 \cdot 1000} = 2,4 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По таблице 4 СНиП 2.04.01-85 [1] подбираем водомер с ближайшим большим значением эксплуатационного расхода крыльчатый водомер с диаметром условного прохода 40 мм со следующими параметрами:

1. минимальный расход – 0,16 м³/ч;
2. эксплуатационный расход – 6,4 м³/ч;
3. максимальный расход – 16,0 м³/ч;
4. порог чувствительности не более – 0,08 м³/ч;
5. гидравлическое сопротивление счетчика – $0,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

Потери напора в водомере:

$$h = 0,5 \cdot 3,85^2 = 5,00 \text{ м.вод.ст.}$$

В п. 11.3. СНиП 2.04.01.85 [1] указывается, что крыльчатый водомер должен иметь сопротивление не более 5 м.вод.ст. – условие выполняется, поэтому данный водомер может быть принят к установке.

Расчетный расход водомера на вводе горячей воды в квартиру:

$$Q_{\text{ср.ч.}} = \frac{120 \cdot 4}{24 \cdot 1000} = 0,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По таблице 4 СНиП 2.04.01-85 [1] подбираем водомер с диаметром условного прохода 15 мм со следующими параметрами:

1. минимальный расход – 0,03 м³/ч;
2. эксплуатационный расход – 1,3 м³/ч;
3. максимальный расход – 3,0 м³/ч;
4. порог чувствительности не более – 0,015 м³/ч;
5. гидравлическое сопротивление счетчика – $14,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$.

Потери напора в водомере:

$$h = 14,5 \cdot 0,2825^2 = 1,157 \text{ м.вод.ст.} < 5 \text{ м.вод.ст.}$$

Выбранный водомер удовлетворяет условию и может быть принят к установке.

1.3. Система подготовки воды в здании

1.3.1 Подбор сетчатых фильтров для грубой очистки воды

Предварительная (грубая) очистка воды имеет своей целью удаления

из воды механических примесей – песка, ржавчины и т.д., которые могут попадать в воду в связи с неудовлетворительным качеством наружной водопроводной сети. Наиболее простым способом удаления перечисленных загрязнений является установка сетчатых фильтров, в которых в качестве фильтрующего элемента используется сетка с размером ячеек от 20 до 500 мкм - выбирается в зависимости от степени загрязнения воды (рис. 1).



Рис. 1. Сетчатый фильтр.

Выделяют два типа сетчатых фильтров:

- самопромывные - есть возможность промывки фильтра без его разборки и прекращения подачи воды. Процесс можно даже автоматизировать при помощи автомата промывки.

- непромывные (или грязевики, чтобы произвести их очистку нужно разобрать фильтр и почистить сетку вручную).

Фильтры для очистки холодной воды чаще всего имеют корпус из прозрачного пластика, позволяющего визуально оценить степень загрязнения фильтрующей сетки. Особенностью сетчатых фильтров для воды являются небольшие габариты фильтра, необходимость периодически промывать сетку.

В качестве фильтров грубой очистки проектируем два самопромывающихся фильтра с расчетной пропускной способностью 14,87 м³/ч.

Фильтр №1. Honeywell F76S AA с величиной ячеек сетки 100 мкм и пропускной способностью 15,6 м³/ч. Потери напора в фильтре составляют 2 м. вод.ст.

Фильтр №2. Honeywell F76S AB с величиной ячеек сетки 20

мкм и пропускной способностью 15,6 м³/ч. Потери напора в фильтре составляют 2 м вод.ст.

Оба фильтра снабжаются автоматом промывки Honeywell Z 11S с сенсорным управлением.

1.3.2 Расчет сорбционного напорного фильтра

Сорбционный фильтр предназначен для удаления из воды веществ придающих ей неприятный вкус и запах. В качестве сорбирующего вещества используется активированный уголь, загруженный в напорный фильтр.

Площадь напорного фильтра определяем по формуле (35) при следующих параметрах:

1. продолжительность работы фильтров $T=24$ ч;
2. число промывок фильтра в сутки - 1;
3. расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме принимается 10-15 м/ч;
4. время простоя фильтра в связи с промывкой - 0,33 ч ;
5. удельный расход воды на промывку одного фильтра рассчитываем по формуле (36), принимая водяную промывку, а ее интенсивность определяем в зависимости от марки активированного угля.

Загрузку сорбционного фильтра осуществляем гранулированным активированным углем марки АГ-3 который следует промывать с:

- требуемой величиной относительного расширения – 35 %;
 - интенсивностью промывки 14-16 л/с·м²;
 - продолжительностью промывки 6 минут.
- Высота угольной загрузки должна приниматься не менее:

$$H_{y.z.} = \frac{V_{\phi} \cdot \tau_y}{60} \quad (35)$$

где V_{ϕ} – скорость фильтрования, м/ч;

τ_y - время прохождения воды через слой угля, мин.

Время прохождения воды через слой угля принимается от 10 до 15 минут в зависимости от сорбционных свойств угля, концентрации и вида загрязнений и других факторов.

$$H_{y.z.} = \frac{10 \cdot 13}{60} = 2,16 \text{ м.}$$

Подставляя значения в формулу (36)

$$q_{np} = \frac{15 \cdot 6 \cdot 60}{1000} = 5,4 \text{ м}^3/\text{м}^2,$$

тогда

$$F_{\phi} = \frac{0,0156 \cdot 24 \cdot 240}{24 \cdot 13 - 1 \cdot 5,4 - 1 \cdot 0,33 \cdot 10} = 0,296 \text{ м}^2.$$

При круглом и одном рабочем фильтре его диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4F_{\phi}}{3,14}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,296}{3,14}} = 0,614 \text{ м}$$

Принимаем к установке один фильтр диаметром 600 мм.

Расход воды на одну промывку составляет

$$q = \frac{15}{1000} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,0043 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 4,3 \text{ л/с.}$$

Диаметр стального коллектора распределительной системы напорного фильтра при скорости входа в него промывной воды $V_{\text{кол}} = 0,87 \text{ м/с}$ будет $d_{\text{кол}} = 80 \text{ мм}$.

С каждой стороны коллектора размещаются ответвления в виде горизонтальных стальных труб диаметром 25 мм, привариваемых к коллектору под прямым углом на взаимных расстояниях 0,25 м между осями труб. Схема расположения труб представлена на рис. 2.

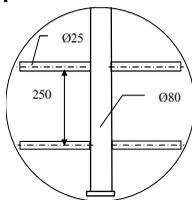


Рис. 2. Схема расположения труб дренажной системы сорбционного фильтра.

На штуцерах ответвлений укрепляются щелевые дренажные колпачки из нержавеющей стали ФЭЛ-0,4-10-3-Н-Г1/2Н производства ПП "ТЭКО-ФИЛЬТР" со следующими параметрами:

1. ширина щели – 0,4 мм;
2. живое сечение щелей в одном колпачке – 10,0 см² (0,001 м²);
3. высота колпачка – 40 мм;
4. резьба внутренняя 1/2



Рис.3. Щелевой дренажный колпачок ФЭЛ-0,4-10-3-Н-
G1/2H .

Отличительной особенностью данного колпачка является двухстороннее расположения фильтроблока (сверху и снизу), что позволяет значительно увеличить суммарную площадь щелей.

Необходимая суммарная площадь щелей в дренажных колпачках:

$$F_{щ} = \frac{1,5}{100} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,0042 \text{ м}^2.$$

Общее число колпачков на ответвлениях распределительной системы:

$$n = \frac{0,0042}{0,001} \approx 4 \text{ шт.}$$

В данном случае все четыре ответвления имеют одинаковую длину 0,27 м, поэтому колпачки устанавливаем по одному на каждом ответвлении на расстоянии 0,175 м от края

Количество промывной воды, приходящейся на один колпачок:

$$q_{\text{колп}} = \frac{4,3}{4} = 1,075 \text{ л/с}$$

Скорость прохода промывной воды через щели колпачка:

$$V_{щ} = \frac{1,075}{0,001 \cdot 1000} = 1,075 \text{ м/с.}$$

Расход промывной воды на ответвление равен 1,075 л/с .
При допустимой скорости $V_{\text{отв}}=1,6 - 2 \text{ м/с}$ диаметр ответвления:

$$d_{\text{д.отв}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,001075}{3,14 \cdot 2,0}} = 26 \text{ мм.}$$

Внутренний диаметр соответствует принятому условному

диаметру ответвления 25 мм.

Соппротивление в щелях дренажных колпачков распределительной системы круглого в плане фильтра, состоящей из центрального коллектора и боковых распределительных труб:

$$h = \frac{4 \cdot 1,075}{2 \cdot 9,81} = 0,22 \text{ м. вод. ст.}$$

Суммарная площадь щелей всех колпачков $0,001 \cdot 4 = 0,004$ м², тогда

$$K_n = \frac{0,004}{\frac{3,140,08^2}{4}} = 0,796,$$

$$\zeta = \frac{4}{0,796^2} + 1 = 7,31.$$

Потери напора в распределительном коллекторе:

$$h = 7,31 \cdot \frac{0,87^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,486 \text{ м. вод. ст.}$$

Потеря напора в распределительной системе при промывке фильтра не превышает 7 м вод. ст.

Суммарные потери напора

$$\Sigma h = 0,22 + 0,486 = 0,706 \text{ м. вод. ст.} < 7 \text{ м. вод. ст.}$$

Потери напора в фильтре

$$H_\phi = (\Sigma h + H_{y.z.}) \cdot 1,2 = (0,706 + 1,67) \cdot 1,2 = 2,85 \text{ м. вод. ст.}$$

Отвод промывной воды с напорного фильтра производится при помощи водосборной воронки. Диаметр воронки:

$$d_b = 0,25 \cdot 0,6 = 0,15 \text{ м.}$$

Высота расположения кромки воронки над поверхностью фильтрующей загрузки:

$$H_a = \frac{1,67 \cdot 35}{100} + 0,3 = 0,885 \text{ м.}$$

Суммарная высота фильтра, при высоте распределительной системы:

$$H_p = \frac{0,08}{2} + \frac{0,028}{2} + 0,040 = 0,094 \text{ м.}$$

$$H_{\phi} = 0,094 + 2,16 + 0,885 + 0,20 = 3,34 \text{ м.}$$

1.3.4 Расчет установок корректирующих солевой состав

В проектируемой системе водоснабжения предусмотрена отдельная система, снабжающая жителей водой повышенного качества. Основной проблемой качества воды подаваемой системой централизованного водоснабжения г. Ростова-на-Дону отрицательно влияющей на органолептические свойства воды – высокое содержание солей и высокая жесткость. Для удаления солей из питьевой воды в настоящее время применяется:

1. ультра – и нанофильтрация;
2. обратный осмос;
3. ионообмен.

Наиболее удобным в эксплуатации и не требующим дополнительного насосного оборудования при высоком качестве получаемой воды является ионообменный способ (Накатионирование). Проходя через смолу, жесткая вода, насыщенная ионами кальция и магния, отдает их смоле и забирает из нее ионы натрия, которые не образуют отложений. Одновременно происходит удаление растворенного железа, свинца, бария и других тяжелых металлов. Со временем смола утрачивает свою емкость, для восстановления ее фильтрующих способностей необходимо производить многократную регенерацию. Для этого смола промывается раствором поваренной соли.

В настоящее время на рынке появилось большое количество систем различных производителей, работающих по принципу ионного обмена с той или иной степенью автоматизации. Так как установка будет эксплуатироваться в жилом доме, где отсутствует круглосуточный обслуживающий персонал, при выборе установки руководствуемся максимально возможной автоматизацией процесса фильтрации и регенерации.

Средне часовой расход воды проходящий через установку:

$$Q_{ум} = \frac{6 \cdot 240}{1000 \cdot 24} = 0,06 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Исходя из вычисленного расхода и требований предъявляемым к установке принимаем к устройству умягчитель воды ECOWATER 511 (B-10) SATECOWATER 511 (B-10) SAT (рис.4) со следующими характеристиками:

1. Размеры фильтра: высота - 643 мм, ширина - 300 мм, глубина - 455 мм, расстояние до подключения - 512 мм.
2. Жесткость воды макс.: 7 мг-экв/л

3. Содержание железа Fe(II)/Fe(III) макс.: 0,6/ - мг-экв/л
4. Раб. поток макс. / падение давления: 0,6 м³/час / бар.
5. Емкость макс: 15000 мг/экв
6. Рабочее давление: 1,5-8,5 бар.
7. Рабочая температура: 1-38 град. Цельсия
8. Объем смолы: 10 л.
9. Расход соли: 1,8 кг.
10. Емкость солевого танка: 25 кг
11. Расход воды / время на регенерацию: 80 л/72 мин.



Рис. 4. Умягчитель воды ECOWATER 511 (B-10)
SATECOWATER 511 (B-10) SAT .

Данный умягчитель представляет собой полностью автоматическую систему с микропроцессорным управлением. Для запуска в работу необходимо только включить систему, установить текущее время и жесткость воды. В автоматическом режиме микропроцессор осуществляет все управление. Регенерация производится на основе фактического расхода воды, для чего турбина аккуратно замеряет поток воды через систему и передает эту информацию в компьютер. Компьютер на основе этой информации вычисляет, когда будет необходима регенерация постоянно контролируя емкость умягчителя. Регенерация производится в заданное время суток. В случае если компьютер по расчету получает, что следующая регенерация может потребоваться в течение рабочего цикла, он проведет ее заблаговременно.

Максимальное расчетное время работы между регенераци-

ями при средней жесткости воды 6,7 мг-экв/л:

$$T_p = \frac{15000}{6,7 \cdot 0,06 \cdot 24 \cdot 1000} = 1,55 \text{ сут.}$$

Наименьшее водопотребление питьевой воды происходит в ночные часы, поэтому при задании программы время регенерации устанавливаем с 1 до 3 часов ночи.

Месячный запас NaCl:

$$M_{\text{соли}} = 31 \cdot 1,8 / 1,55 = 36 \text{ кг.}$$

Интервал времени между заправками контейнера с NaCl :

$$\frac{25}{1,8} = 13 \text{ суток.}$$

1.3.5. Установка для обеззараживания воды

Качество воды, забираемой из городского водопровода по микробиологическим показателям может не отвечать требованиям, предъявляемым для воды питьевого качества, поэтому с целью обеспечения эпидемиологической безопасности жителей дома предусматриваем установку для обеззараживания воды.

В настоящее время для обеззараживания воды могут применяться компактные установки хлорирования, озонирования и ультрафиолетового облучения. Установки хлорирования требуют постоянного обеспечения специальными хлорсодержащими реагентами, что значительно усложняет эксплуатацию. Установки озонирования требуют значительного расхода электроэнергии и имеют невысокий процент выхода озона. Кроме этого данные установки хотя бы теоретически могут представлять опасность при размещении непосредственно у жилого здания из-за утечки высокотоксичных газов. В отличие от них системы ультрафиолетового облучения имеют достаточно простую и надежную конструкцию при высоком качестве обеззараживания.

Расход воды, проходящей через ультрафиолетовую установку:

$$Q_y = \frac{0,3 \cdot 240}{24} = 3,0 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

В качестве установки ультрафиолетового обеззараживания принимаем установку УДВ-5/1 производства НПО «ЛИТ» (рис. 5) характеристиками:

1. производительность – до 5 м³/ч;
2. рабочее давление – не более 100 м.вод.ст.;
3. потребляемая мощность – 0,05 кВт;

4. масса – 25 кг;
5. условный диаметр патрубка подключения – 25 мм;
6. потери напора – 0,2 м.вод.ст.



Рис. 5. Установка ультрафиолетового обеззараживания УДВ-5/1.

В процессе работы ультрафиолетовая лампа загрязняется и бактерицидный поток снижается. В данной установке используется удобный и экономичный способ регламентной очистки: химическая промывка слабыми растворами пищевых кислот. Для этого установки комплектуются специальным блоком промывки. Промывка осуществляется после приблизительно 2000 часов работы по сигналу датчика интенсивности ультрафиолетового облучения (рис.6).



Рис. 6. Датчик ультрафиолетового облучения ДИ -2.

Промывка осуществляется в автоматическом режиме по сигналу датчика ДИ -2 при помощи блока промывки БПР-2 (рис.7), включающего в себя насос ($Q=2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$) и бак для промывочного раствора.



Рис. 7. Блок промывки ультрафиолетовой лампы БПР-2.

Контроль за работой системы осуществляется с помощью пульта управления, который может быть вынесен в удобное для наблюдения место. На пульт управления вынесены индикация о режиме работы установки, счетчик времени наработки ламп и сигнализация об аварийных ситуациях. Замена ламп производится 1 раз в 1,5 года.

1.4 Расчет насосного оборудования

1.4.1 Расчет насосов для промывки фильтров

Промывка сорбционных фильтров осуществляется с помощью насосного агрегата питающегося водой из наружной водопроводной сети (после сетчатых фильтров).

Промывка осветлительного фильтра должна осуществляться с расходом 8,9 л/с (32,04 м³/ч) и напором 1,75 м.вод.ст.

Для промывки сорбционного фильтра необходимо использовать насос подающий расход 4,3 л/с (15,48 м³/ч) с напором 2,85 м. вод.ст. при высоте фильтра 3,34 м.

В качестве промывного насоса принимаем насос GRUNDFOS (Дания) LM 65-125/133 обеспечивающий при расходе 32,04 м³/ч напор 3,2 м.вод.ст., а при расходе 15,48 м³/ч – 6 м.вод.ст. Насос имеет следующие характеристики:

1. мощность 0,55 кВт;
2. число оборотов – 1400 мин⁻¹;
3. масса – 58 кг;
4. диаметр всасывающего и напорного патрубков – 65 мм.

1.4.2 Определение необходимых напоров

Определение необходимого напора в системе холодного водоснабжения

Напор, необходимый для обеспечения подачи воды определяется по формуле:

$$H_{ser} = H_{geom} + \sum H_{tot,l} + H_f - H_{gar} \quad (36)$$

где H_{geom} - геометрическая высота подъема воды, равная разности отметки подвода воды к диктующему прибору и отметки земли в месте подключения ввода к городской водопроводной сети, м;

$\sum H_{tot,l}$ - сумма потерь напора в трубопроводах по длине и в местных сопротивлениях по расчетному направлению, потерь напора в водомерах и системе очистки воды, м.вод.ст.;

H_f - свободный напор на излив у диктующего прибора, м.вод.ст.;

H_{gar} - гарантийный напор в наружной водопроводной сети, м.вод.ст.

$$H_{geom} = 148,2 - 110,8 = 37,4 \text{ м.}$$

$$\sum H_{tot,l} = 2,43 + (2 + 2 + 1,75 + 3,34 + 0,2) + (5,0 + 0,827) + 10,928 = 28,8$$

м.вод.ст.

Свободный напора у диктующего прибора принимаем 3 м. вод.ст.

$$H_{ser} = 37,4 + 28,48 + 3 - 30 = 38,88 \text{ м.вод.ст.}$$

Определение требуемого напора в системе горячего водоснабжения

Требуемый напор в системе горячего водоснабжения определяем по формуле (52)

$$\sum H_{tot,l} = 2,43 + (2 + 2 + 1,75 + 3,34 + 0,2) + (5,0 + 1,157) + 9,333 + 0,596 = 27,81$$

Свободный напора у диктующего прибора принимаем 3 м. вод.ст.

$$H_{ser} = 37,4 + 27,81 + 3 - 30 = 38,21 \text{ м.вод.ст.}$$

1.4.3 Расчет насосного оборудования и ГПУ

Сравнив вычисленные выше необходимые напоры можно установить, что наибольший требуемый напор составляет 44,10 м.вод.ст. В суммарные потери напора следует также добавить потери напора на вводе. Расход воды подаваемый в дом равен 4,1264 л/с, тогда при рекомендуемом интервале скоростей 0,7-1,5 м/с принимаем трубу PN10 диаметром 90 мм с потерями напора 0,0141 м/м. Следовательно напор подкачивающего насоса:

$$H_n = 0,0141 \cdot 35 + 44,10 = 44,60 \text{ м.вод.ст.}$$

В системе водоснабжения с целью снижения энергозатрат на перекачивание жидкости проектируем гидропневматическую установку (гидропневматический бак). Согласно п. 12.7. СНиП 2.04.01-85 [1] при наличии водонапорного или гидропневматиче-

ского бака и насосов, работающих в повторно-кратковременном режиме расход, подаваемый насосом, должен быть не менее максимального часового расхода воды.

Исходя из вышесказанного следует подобрать насос с расходом 3,744 м³/ч и напором 44,6 м.вод.ст. Принимаем к установке 2 насоса (1 рабочий и 1 резервный) марки GRUNDFOS CR 4-60.

Насосные установки располагаем в отдельно стоящем здании. При этом, помещение должно отапливаться, быть отгорожено несгораемыми перегородками и иметь отдельный выход. Насосы-повысители устанавливаем до водоподогревателя. На напорной линии у каждого насоса предусматриваем обратный клапан, задвижку, манометр, а на всасывающей - задвижку и манометр.

Для защиты оси от возможного затопления при аварии в пределах машинного зала электродвигатели с насосами располагаем на 0,5 м выше пола зала.

Полную вместимость гидропневматического бака следует определять:

$$V = W \frac{B}{1 - A}; \quad (37)$$

где А - отношение абсолютного минимального давления к максимальному, значение которого следует принимать: 0,8 — для установок, работающих с подпором; 0,75 — для установок с напором до 50 м; 0,7 — для установок с напором более 50 м;

В - коэффициент запаса вместимости бака, принимаемый: 1,2-1,3 - при использовании насосных установок, работающих в повторно-кратковременном режиме, 1,1 — при производительности насосных установок менее максимального часового расхода воды.

W – регулирующий объем, м³:

Регулирующий объем емкости гидропневматического бака определяем по формуле:

$$W = \frac{q_{hr}^{spj}}{4n}, \quad (38)$$

где n - допустимое число включений насосной установки в 1 ч, принимаемое для установок с гидропневматическим баком – 6-10. Большее число включений в 1 ч надлежит принимать для установок небольшой мощности (до 10 кВт);

q_{hr}^{spj} - расход воды подаваемой насосом, м³/ч.

$$W = \frac{3,744}{4 \cdot 10} = 0,0936 \text{ м}^3, \text{ тогда}$$

$$V = 0,0936 \cdot \frac{1,3}{1 - 0,75} = 0,487 \text{ м}^3.$$

Необходимый напор вместе установки гидропневматического бака:

$$H_{\delta} = 30 + 44,6 - (0,494 + 2 + 2 + 1,75 + 3,34 + 0,2) = 64,82$$

м.вод.ст.

Давление включения насосов рассчитывается по формуле:

$$P_I^{\min} = \frac{H_{\delta}}{1,15} \quad (39)$$

Давление выключения насосов:

$$P_{II}^{\min} = \frac{P_I^{\min} + 10}{A} - 10 \quad (40).$$

$$P_I^{\min} = \frac{64,82}{1,15} = 56,37 \quad \text{м.вод.ст.}$$

$$P_{II}^{\min} = \frac{56,37 + 10}{0,75} - 10 = 78,49 \text{ м.вод.ст.}$$

Возобновление запасов воздуха в установке не предусматриваем, т.к. вода и воздух разделены не проницаемой мембраной.

1.5. Конструирование системы водоснабжения

Разводящая сеть в квартире прокладывается:

1. холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые нужды на высоте 0,3 м от пола;
2. холодного водоснабжения на питьевые нужды на высоте 0,25 м от пола;
3. горячего водоснабжения на высоте 0,2 м от пола.

Прокладку данных трубопроводов предусматриваем совместную в горизонтальной штробе шириной 125 мм. Трубы закрепляем с помощью опор допускающих перемещение в себе с целью компенсации изменения линейных размеров труб под воздействием температуры. Опоры устанавливаем через 80 см.

Крепление вертикального стояка должно обеспечивать возможность компенсировать температурные изменения. В качестве крепления могут применяться фиксированные крепления (не допускающие перемещения внутри себя) и с трением скольжения.

Фиксированные крепления удерживают стояк, с трением скольжения не дают изменять трассу трубопровода. Изменение линейных размеров стояка можно компенсировать U – образными компенсаторами, изменением трассы и компенсационными петлями.

Линейное расширение трубопроводов рассчитывается по формуле:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \quad (41)$$

где α - коэффициент температурного линейного расширения, мм/м °С, для труб ЕКОPLASTIK PPR $\alpha = 0,12$ и ЕКОPLASTIK STABI $\alpha = 0,05$;

L - расчетная длина (расстояние между двумя соседними неподвижными креплениями по прямой линии), м;

Δt - разница температур при монтаже и эксплуатации, °С.

Линейная усадка для стояка холодной воды при температуре монтажа +20°С и эксплуатации +5°С:

$$\Delta l = 0,12 \cdot 27,7 \cdot (20 - 5) = 49,9 \text{ мм.}$$

Линейное расширение для стояка горячей воды при температуре монтажа +20°С и эксплуатации +55°С:

$$\Delta l = 0,05 \cdot 27,7 \cdot (55 - 20) = 48,5 \text{ мм.}$$

Компенсацию изменения длины в основании и вершине стояка предусматриваем за счет установки подвижных опор и поворота на 90°. Компенсацию по длине стояка предусматриваем с помощью компенсационных петель, которые регламентируют расстояния между неподвижными опорами (табл. 1.11).

Неподвижные опоры устанавливаем на отметках 2,9; 12,9, 22,9. Петельные компенсаторы устанавливаем на отметках 8,7 и 18,9 м.

Таблица 1.11.

Таблица для установки петельного компенсатора

Диаметр трубы [мм]	Расстояние между неподвижными опорами L [м]
16	8
20	9
25	10
32	12
40	14

Крепление труб в подвале предусматриваем при помощи подвесов с укладкой труб в пластиковые желоба. Компенсация изменения длины происходит в местах изменения трассы.

Установка водомеров предусматривается на стене в наиболее доступном месте.

Трубопровод горячей воды необходимо изолировать во избежание термических потерь, трубопровод холодной воды во избежание нагревания и увлажнения труб. Изоляция трубопровода холодной воды в целях избежания нагрева выше 20°C важна с точки зрения сохранения гигиенических норм питьевой воды. Соблюдение температуры горячей воды и работающей циркуляции также, как и технические решения в месте нагревания воды (напр. термическая стерилизация) являются важной частью системы защиты против бактерий, напр., типа *Legionella pneumophila*.

Трубопровод необходимо изолировать по всей длине трассы, включая фитинги и арматуру.

Необходимо соблюдать проектную минимальную толщину изоляции трубопровода вдоль всей длины трассы (это значит, что изоляция, которая надевается на трубопровод в разрезанном виде, после монтажа должна быть вновь соединена в целостную деталь, например, при помощи клея, шпилек или клейкой ленты).

Толщина изоляции в подводящих трубопроводах и стояках 13 мм, в подвале 4 мм.

Согласно СНиП 2.04.01-85 [1] максимальное давление перед санитарно-техническими приборами не должно превышать 45 м.вод.ст.

Давление перед подводящим трубопроводом холодной воды на хозяйственно-бытовые нужды ближайшего к насосной станции стояка:

$$H_{\sigma}^{1эм} = 64,82 - (0,6864 + 0,1989 + 0,827 + 0,7 + 5,0) = 57,41$$

>45 м.вод.ст.

$$H_{\sigma}^{2эм} = 64,82 - (0,6864 + 0,1989 + 0,827 + 0,7 + 3 + 0,1833 + 5,0) = 54,23$$

>45 м.вод.ст.

$$H_{\sigma}^{3эт} = 64,82 - (6,7123 + 6,7 + 0,1833 + 0,1521) = 51,08 >45$$

м.вод.ст.

$$H_{\sigma}^{4эт} = 64,82 - (6,7123 + 9,7 + 0,1833 + 0,1521 + 0,5226) = 47,55$$

>45 м.вод.ст.

$$H_{\sigma}^{5эт} = 64,82 - (6,7123 + 12,7 + 0,1833 + 0,1521 + 0,5226 + 0,507) = 44,05$$

<45 м.вод.ст.

Давление перед подводящим трубопроводом холодной воды на питьевые нужды ближайшего к насосной станции стояка:

$$H_6^{1\text{эт}} = 64,82 - (10 + 0,7 + 3,21 + 0,2566 + 0,7924) = 49,86 >$$

45 м.вод.ст.

$$H_6^{2\text{эт}} = 64,82 - (14,959 + 3,0 + 0,6084) = 46,25 >45$$

м.вод.ст.

$$H_6^{3\text{эт}} = 64,82 - (18,567 + 3,0 + 0,5343) = 42,72 <45 \text{ м.вод.ст.}$$

Давление перед подводящим трубопроводом горячей воды на ближайшего к насосной станции стояка:

$$H_6^{1\text{эт}} = 64,82 - (5,0 + 1,157 + 0,596 + 0,3864 + 0,8897 + 0,7) = 56,09$$

>45 м.вод.ст.

$$H_6^{2\text{эт}} = 64,82 - (8,7291 + 3,0 + 0,2764) = 52,95 >45$$

м.вод.ст.

$$H_6^{3\text{эт}} = 64,82 - (13,87 + 3,0 + 0,248) = 49,57 >45 \text{ м.вод.ст.}$$

$$H_6^{4\text{эт}} = 64,82 - (17,118 + 3,0 + 0,223) = 44,48 <45 \text{ м.вод.ст.}$$

Исходя из выполненного расчета на системе холодного водоснабжения на хозяйственно-бытовые нужды регуляторы давления должны быть установлены на 1-4 этажах; на системе холодного водоснабжения на питьевые нужды 1-2 этажах и на системе горячего водоснабжения 1-3 этажах. В качестве регулятора давления устанавливаем регулятор Honeywell D04 (рис.8) в котором регулировка выпускного давления осуществляется ручкой и контролируется манометром, установленным в предусмотренное в корпусе клапана гнездо.



Рис. 8. Регулятора давления Honeywell D04.

Установку регулятора давления на вводе в квартиру предусматриваем после запорной арматуры на вводе.

Установку запорной арматуры на внутренних водопроводных сетях предусматриваем: на вводе, у основания стояков (здание высотой более 3 этажей), на ответвлениях в каждую

квартиру, на подводках к смывным бачкам, смывным кранам и водонагревательным колонкам, у оснований подающих и циркуляционных стояков (здание высотой более 3 этажей), перед наружными поливочными кранами, перед приборами очистки и обеззараживания воды.

1.6. Проектирование внутренней системы водоотведения

1.6.1 Описание внутренней системы водоотведения

Система водоотведения - система инженерных устройств, обеспечивающих прием и транспортирование загрязненных стоков, образующихся в процессе санитарно-гигиенических процедур, хозяйственной деятельности человека за пределы зданий в сеть канализации.

В зависимости от назначения здания и предъявляемых требований к сбору сточных вод необходимо проектировать следующие системы внутренней канализации:

бытовую — для отведения сточных вод от санитарно-технических приборов (унитазов, умывальников, ванн, душей и др.);

производственную — для отведения производственных сточных вод;

объединенную — для отведения бытовых и производственных сточных вод при условии возможности их совместного транспортирования и очистки;

внутренние водостоки для отведения дождевых и талых вод с кровли здания.

В жилом здании проектируем бытовую систему канализации.

Система водоотведения включает в себя следующие элементы: приемники сточных вод, гидрозатворы, отводящие трубопроводы от приемников сточных вод, стояки, вентиляция канализационных стояков, выпуски и арматура. Отвод сточных вод из здания выполняется в систему дворовой канализационной сети.

От санитарно-технических приборов сточная жидкость отводится по отводным трубопроводам, которые прокладываются вдоль стен по полу. Так как внутренняя система водоотведения является самотечной, то необходимо для отводных трубопроводов выдержать оптимальный уклон, который зависит от диаметра трубопровода. Для того чтобы газы и запахи не проникали в квартиру, между санитарно-техническим прибором и отводным трубопроводом устанавливается гидрозатвор, который может

быть встроенным в санитарно-технический прибор или являться отдельным элементом. Отводные трубы прокладываем в штробе в стене с заделкой под штукатуркой.

Канализационные стояки размещаем у ограждающих конструкций, по возможности ближе к приемникам, в которые поступают наиболее загрязненные стоки с таким расчетом, чтобы длина отводящих труб была минимальной. Предусматриваем прокладку канализационных стояков совместно с водопроводными в вертикальной штробе. Стояки прокладываем вертикально с минимальным числом изгибов, горизонтальных участков и отступов.

Для нормальной вентиляции внутренней системы водоотведения в канализационные стояки выводим на 0,5 м выше неэксплуатируемой крыши.

Так как количество приборов на стояке не превышает 120 шт, то диаметр вентиляционной части составляет 100 мм.

Канализационный стояк в нижней части плавно присоединяют к выпуску, который прокладывают в сторону дворовой канализационной сети. Выпуски располагаем с одной стороны здания перпендикулярно наружным стенам, так чтобы длина горизонтальных линий, соединяющих стояки, была минимальной. Выпуски присоединяем к дворовой сети в колодце под уклоном 90°. Расстояние между стенами здания и колодца принимается не менее 3-х метров. В месте пересечения выпуска с фундаментом устраиваем проемы размером не менее 300х300 мм при диаметре выпуска 50,100 мм и не менее 400х400 мм при диаметре 125-250 мм.

Для нормальной эксплуатации канализационной сети предусматриваем установку арматуры: ревизий и прочисток.

Ревизии устанавливаем на стояках в нижнем и верхнем этажах, а также на 4 и 7 этажах. Прочистки устанавливаем: в начале участков (по движению стоков) отводных труб и на поворотах сети. Ревизии и прочистки устанавливаем в местах, удобных для их обслуживания. Установка ревизий осуществляется на высоте 1 м от пола.

Материал труб канализационной сети выбирают с учетом требований прочности, коррозионной устойчивости и экономичности. Требованиям экономичности, коррозионной устойчивости и быстроты монтажа в полной мере отвечают пластмассовые трубы Ekoplastik (Wavin) НТ. Соединение труб – раструбное с резиновым уплотнением.

1.6.2 Гидравлический расчет системы водоотведения

Гидравлический расчет внутреннего участка водоотведения заключается в определении диаметров канализационных стояков и выпусков.

Отводные трубопроводы от умывальника, ванной, мойки принимаем конструктивно диаметром 50 мм и относительным уклоном 0,03. Отводные трубопроводы от унитазов принимаем диаметром 100 мм и прокладываем с уклоном 0,02. Санитарные приборы в разных квартирах на одном этаже подключаются к отдельным отводным трубопроводам. Боковые ответвления присоединяются с помощью косых тройников и крестовин.

Диаметр стояка определяем по табл.8 [1], в зависимости от диаметров поэтажных отводов и угла их присоединения по расходу q^s л/с, определяемому по формуле:

$$q^s = 5 \cdot q_{tot}^o \cdot \alpha + q_o^s \quad (42)$$

где q_{tot}^o - общий расход одним прибором, л/с, принимаемый по прил.3 [1];

q_o^s - максимальный расход сточной жидкости одним прибором, л/с.

α - коэффициент принимаемы по таблице 2 приложения 4 [1] в зависимости от произведения числа приборов, присоединенных к данному стояку, на вероятность их одновременного включения.

Вероятность одновременного включения приборов для всего здания и этажа одинаковы и определяются по формуле:

$$P_{tot} = \frac{q_{hr}^{tot} \cdot U}{3600 \cdot q_o^{tot} \cdot N} \quad (43)$$

где q_{hr}^{tot} - общий расход сточной жидкости в час максимального водопотребления, л/ч.

U – число потребителей;

N – число санитарно-технических приборов;

q_o^{tot} - общий расход сточной жидкости л/с, санитарно-техническим прибором, принимаем по прил. 2 [1].

Все канализационные стояки в здании будут одинаковыми, т.к. имеют одинаковое количество присоединенных приборов.

$$P_{tot} = \frac{0,3 \cdot 240}{3600 \cdot 0,25 \cdot 240} = 0,00033$$

Для первого стояка общее число санитарных приборов 40:
 $NP=40 \cdot 0,00033=0,0132$, тогда $\alpha = 0,200$;

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,2 + 1,6 = 1,85 \text{ л/с.}$$

Рассчитанный расход по стояку должен отвечать следующему условию:

$$q^s < 0,9q_{кр} \quad (44)$$

где $q_{кр}$ – критический расход по стояку, принимаемый в зависимости от диаметра стояка и угла присоединения ответвления по таблице 8 СНиП [1].

При диаметре поэтажных отводов 100 мм диаметр канализационного стояка должен быть не менее 100 мм. Принимаем угол присоединения отвода к стояку 90° , тогда $q_{кр}=3,2 \text{ л/с}$ и $3,2 \cdot 0,9=2,88 > 1,85 \text{ л/с}$.

Так как приведенное выше условие выполняется, принимаем все стояки 100 мм при присоединении отводов под углом 90° .

От каждого канализационного стояка предусматриваем самостоятельный выпуск, расход по которому равен расходу по стояку. Так как диаметр стояка 100 мм, то диаметр выпуска также принимаем 100 мм по таблицам [6] подбираем уклон 0,02, скорость движения воды 0,70 м/с при наполнении $h/d = 0,36$.

Расчет канализационных трубопроводов следует производить, назначая скорость движения жидкости V , м/с, и наполнение $\frac{H}{d}$ таким образом, чтобы было выполнено условие

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K, \quad (45)$$

где $K = 0,5$ для трубопроводов из пластмассовых и стеклянных труб;

При этом скорость движения жидкости должна быть не менее 0,7 м/с, а наполнение трубопроводов — не менее 0,3.

$$0,7 \sqrt{0,36} \geq 0,5$$

$$0,42 < 0,5$$

Условие не выполнено, поэтому данный выпуск считается безрасчетным и принимается с уклоном 0,02.

Выпуск от промывки осветлительного и сорбционного фильтров рассчитываем на расход 8,9 л/с. Принимаем выпуск диаметром 150 мм с уклоном 0,016 и скоростью движения воды 1,01 м/с. Проверяем условие (59) :

$$1,01 \sqrt{0,5} \geq 0,5$$

$$0,72 > 0,5$$

Условие выполнено.

1.6.3 Гидравлический расчет дворовой канализационной сети

Из здания сточные воды отводятся в наружную уличную канализационную сеть через систему дворовой канализации. Дворовая сеть принимает стоки от выпусков здания, прокладывается на расстоянии 3-5 м от стены внутрь двора параллельно фундаменту здания. В местах присоединения выпусков устраиваются колодцы, в конце дворовой сети на расстоянии 1,5 м от красной линии устанавливается контрольный колодец, предназначенный для наблюдения за работой дворовой сети. Глубина заложения дворовой сети принимается на 0,3 м выше глубины промерзания. Дворовая сеть устраивается из керамических труб.

Дворовая канализационная сеть выполняется из труб диаметром не менее 150 мм при скорости движения воды не менее 0,7 м/с и наполнении более 0,3.

Участок 1-2 транспортирует воду от стояка К1 - число приборов 40 шт, $q^s = 1,85$ л/с. Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006; $V = 0,7$ м/с; $h/d = 0,3$.

Участок 2-3 транспортирует воду от стояков К1 и К2 - число приборов 80 шт.

$$NP = 80 \cdot 0,00033 = 0,0264, \text{ тогда } \alpha = 0,229;$$

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,229 + 1,6 = 1,89 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006; $V = 0,7$ м/с; $h/d = 0,3$.

Участок 3-4 транспортирует воду от стояков К1, К2 и К3 - число приборов 120 шт.

$$NP = 120 \cdot 0,00033 = 0,0396, \text{ тогда } \alpha = 0,256;$$

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,256 + 1,6 = 1,92 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006; $V = 0,7$ м/с; $h/d = 0,3$.

Участок 4-5 транспортирует воду от стояков К1, К2, К3 и К4 - число приборов 160 шт.

$$NP = 160 \cdot 0,00033 = 0,0528, \text{ тогда } \alpha = 0,277;$$

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,277 + 1,6 = 1,95 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006; $V = 0,7$ м/с; $h/d = 0,3$.

Участок 5-6 транспортирует воду от стояков К1, К2, К3, К4 и К5 - число приборов 200 шт.

$$NP = 200 \cdot 0,00033 = 0,066, \text{ тогда } \alpha = 0,297;$$

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,297 + 1,6 = 1,97 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006;
 $V = 0,7 \text{ м/с}$; $h/d = 0,3$.

Участок 6-7 транспортирует воду от стояков К1, К2, К3, К4, К5 и К6 - число приборов 240 шт.

$$NP = 240 \cdot 0,00033 = 0,079, \text{ тогда } \alpha = 0,317;$$

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,317 + 1,6 = 2,0 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006;
 $V = 0,7 \text{ м/с}$; $h/d = 0,3$.

Участок 7 транспортирует воду от всех стояков плюс кратковременный расход от промывки фильтров в размере 8,9 л/с.

$$q^s = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,317 + 1,6 + 8,9 = 10,9 \text{ л/с.}$$

Диаметр трубопровода на участке 150 мм с уклоном 0,006;
 $V = 0,85 \text{ м/с}$; $h/d = 0,8$.