МЧС РОССИИ

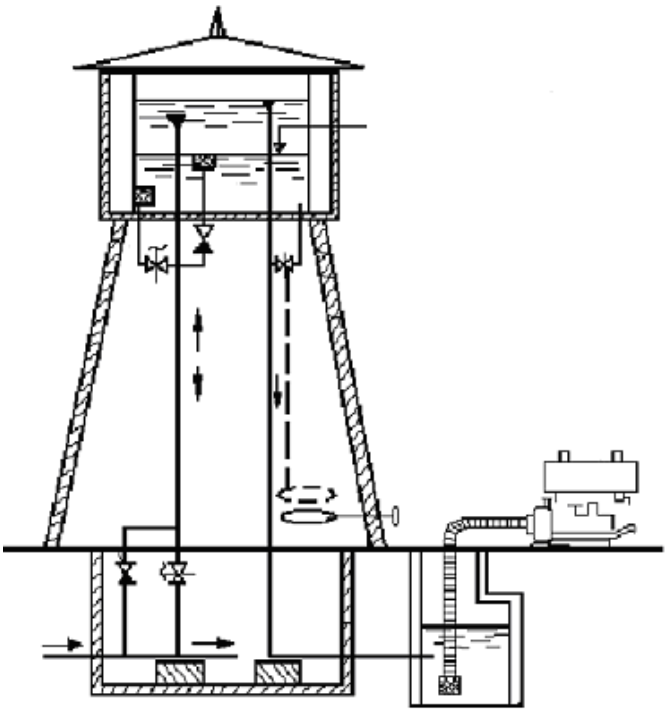
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский институт государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Кафедра пожаротушения и аварийно-спасательных работ
(в составе учебно-научного комплекса пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ)

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания и задания по выполнению курсового проекта



Екатеринбург, 2022

Противопожарное водоснабжение : методические указания и задания по выполнению курсового проекта / Е. А. Карама, – Екатеринбург, Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 71 с.

Автор:
Е.А. Карама, заместитель начальника кафедры пожаротушения и аварийно-спасательных работ Уральского института ГПС МЧС России, кандидат педагогических наук.

Методические указания и задания по выполнению курсового проекта составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Противопожарное водоснабжение» и предназначены для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России.

© ФГБОУ ВПО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2022

Введение

В методических указаниях рассматриваются состав, объем и порядок проектирования системы противопожарного водоснабжения населенного пункта и промышленного предприятия, приводится пример расчета.

Целью курсового проекта «Водопроводная сеть» является систематизирование, закрепление и углубление знаний в области противопожарного водоснабжения, привитие навыков самостоятельной работы с литературными и нормативными документами. В процессе выполнения курсового проекта обучаемый должен получить полное представление об устройстве водопроводной сети, об определении расчетных расходов воды, а также об устройстве и расчете запасных и регулирующих емкостей, насосных станций.

1. Задание на проектирование, отчетный материал и общие методические указания

1.1. Исходные данные для разработки проекта

Исходные данные для расчета и проектирования объединенного противопожарного водопровода поселения и промышленного предприятия, выбираются по двум последним цифрам номера зачётной книжки по табл. 1.1 и 1.2.

На рис 1.1 представлена принципиальная схема объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода населенного пункта и предприятия. Вода в сеть подается насосной станцией II-го подъема, магистральная водопроводная сеть кольцевая. При этом все жилые кварталы и промышленное предприятие снабжаются водой непосредственно от магистральных линий. Расположение предприятия, в зависимости от номера варианта, может предусматриваться как «вне», так и «в пределах поселения» (табл.1.1).

Исходные данные по населенному пункту

Таблица 1.1

Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число жителей в поселении, тыс. чел.	9	12	21	25	15	18	8	7	24	22
Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	1 и 2		3 и 4		5 и 6		7 и 8		9 и 0	
Этажность зданий	2		3		3		2		3	
Степень благоустройства районов жилой застройки	Внутренний водопровод, и канализация и централизованное горячее водоснабжение		Внутренний водопровод, канализация, ванные с местными водонагревателями		Внутренний водопровод, канализация без ванны		Внутренний водопровод, канализация и ванны с местными водонагревателями		Внутренний водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение	
Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип общественного здания	Больница с общими ваннами и душевыми объемом более 25000 $м^3$	Физкультурно-оздоровительное учреждение, без стирки белья, объемом 15000 $м^3$, высотой 20 м	Предприятие общественного питания, объемом до 2500$м^3$	Гостиница с общими ваннами и душами объемом более 25000$м^3$	Административное здание объемом 20000$м^3$высотой 18 м	Больница с сан. узлами, приближенными к палатам объемом до 25000 $м^3$	Столовая объемом 5000 $м^3$	Дом отдыха с душами при всех комнатах объемом 5000 $м^3$	Гостиница с душами во всех отдельных номерах объемом до 25000 $м^3$	Плавательный бассейн объемом 9000 $м^3$
Измеритель	400 коек	80 мест	5000 блюд	400 мест	200 работающих	75 коек	2000 блюд	3000 коек	200 мест	50 спортсменов
Материал труб магистральных участков	Стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования									

Таблица 1.2

Исходные данные по промышленному предприятию

Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория помещений по пожарной и взрывопожарной опасности	А	Б	В	Б	В	А	Б	В	Б	В
Степень огнестойкости производственного здания	I	II	III	II	IV	II	I	III	II	III
Длина здания, м	140	200	180	180	200	160	160	180	160	140
Ширина здания, м	18	24	30	36	18	24	30	36	24	30
Высота здания, м	14	12	10	8	6	8	12	10	8	14
Кол-во этажей произв.здания	2 этажа									
Расход воды на хозяйственно-производственные цели, (л/с)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гарантированный напор в наружном водопроводе, (м)	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10
Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расположение предприятия	Промышленное предприятие расположено вне поселения					Промышленное предприятие расположено в пределах поселения				
Площадь территории предприятия, га	До 150 га									
Последняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расстояние от водопроводной трассы сети до здания, м	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20
Длина водоводов, м	500	400	300	200	100	500	400	300	200	100

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число рабочих смен	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3
Количество рабочих в смену, чел.	300	500	700	350	250	350	570	480	600	700
Расход воды на производственные нужды, $м^3$/смену.	600	500	400	300	350	200	500	600	700	800
Количество рабочих в смену, принимающих душ, %.	100	90	80	70	90	50	60	70	80	100

1.2. Состав проекта и указания по его выполнению

В состав проекта входят расчетно-пояснительная записка и схемы запроектированных сетей и сооружений. Текст расчетно-пояснительной записки должен быть набран на листах формата А4, гарнитура Times New Roman, кегль 14, интервал – одинарный, поля- 20 мм со всех сторон.

В пояснительной записке должны быть отражены следующие основные разделы:

Исходные данные для проектирования.

Содержание.

Введение.

1. Обоснование принятой схемы водоснабжения.

2. Определение водопотребителей и расчет потребного расхода воды на хозяйственно-питьевые, производственные и пожарные нужды поселения и предприятия.

2.1. Определение водопотребителей.

2.2. Расчет требуемого расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

2.2. Расчет требуемого расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

3. Определение расчетных расходов воды на пожаротушение.

4. Определение режима работы НС-II.

5. Гидравлический расчет водоводов.

6. Расчет водонапорной башни.

6.1. Определение высоты водонапорной башни.

6.2. Определение емкости бака водонапорной башни.

7. Расчет резервуаров чистой воды.

8.Гидравлический расчет внутреннего водопровода производственного здания.

9. Список использованной литературы.

На титульном листе указывается название учебного заведения, кафедры, дисциплины, по которой выполняется курсовой проект. Указывается специальное звание, фамилия, имя, отчество, номер зачетной книжки курсанта/слушателя. В нижней части титульного листа пишется год выполнения работы.

Содержание включает наименование всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц.

Введение курсового проекта должно содержать оценку современного состояния систем водоснабжения и перспективу его развития. Во введении указывается актуальность и значимость темы.

Список литературы должен содержать источники, изученные в процессе работы над проектом, в том числе те, на которые делаются ссылки. Список литературы составляется с учетом правил оформления библиографии.

Графическая часть курсового проекта должна содержать:

- схему размещения пожарных гидрантов;
- расчетную схему внутреннего водопровода;

· план здания с размещением внутренних пожарных кранов (в масштабе с обязательным указанием размеров и значений, полученных в результате расчетов);

· схему определения радиуса действия пожарного крана (в масштабе с обязательным указанием размеров и значений, полученных в результате расчетов);

· схему внутреннего водопровода (с повысительными насосами или без повысительных насосов, по результатам проведенного расчета).

Схемы должны быть выполнены на листах **миллиметровой** бумаги **формата А4** в соответствии с требованиями, изложенным во 2 и 7 разделе данных методических указаний.

Текстовая и графическая часть проекта должны соответствовать требованиям ЕСКД.

1.3. Обоснование принятой схемы водоснабжения

В данном разделе необходимо описать расположение и назначение элементов сети.

Наружная водопроводная сеть является одним из основных элементов водопровода и неразрывно связана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, а также с водонапорным баком и запасными резервуарами.

Правильно запроектированная наружная водопроводная сеть должна обеспечивать необходимое количество воды под требуемым напором, надежность и бесперебойность работы, а также наименьшие общие затраты на строительство и эксплуатацию как самой наружной водопроводной сети, так и неразрывно связанных с ней водоводов, насосных станций, запасных резервуаров и водонапорных баков.

Выполнение этих требований достигается прежде всего правильным выбором конфигурации сети, подбором диаметра труб с технической и экономической точек зрения.

Регулирующие и запасные емкости в системе водопровода, предназначаются для регулирования неравномерности водопотребления и сохранения запасов воды (на противопожарные, хозяйственно-питьевые и производственные нужды на время тушения пожара, на случай аварии в водопроводе и .д.).

К числу основных сооружений, определяющих надежность работы системы водоснабжения, относятся насосные станции. От того, насколько правильно запроектирована и построена насосная станция, зависит надежность работы всей системы водоснабжения.

1.4. Определение водопотребителей и расчет требуемого расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды поселения и предприятия

При проектировании водопроводов в первую очередь следует определить то количество воды, которое водопровод должен подать. Подача объединенного водопровода должна обеспечить: хозяйственно-питьевые нужды в жилых зданиях; водопотребление в общественных зданиях; расход воды на поливку улиц и зеленых насаждений; на работу фонтанов, хозяйственно-питьевое потребление на предприятиях; водопотребление на промышленные нужды предприятий; расход воды на цели пожаротушения в поселении и на промышленном предприятии (рис 1.1).

Нормы водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для населенных пунктов определяется по СП 31.13130.2012 [4], п. 5.1, табл. 1 и зависят от степени благоустройства районов жилой застройки.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{сут.ср.,}\, {}^{м^3}\!/_{сут}$ на хозяйственно-питьевые нужды определяется по формуле:

$$Q_{сут.ср.} = (q_{ж} \cdot N_{ж})/1000 \text{ ,}$$

где $q_{ж}$ - удельное водопотребление на одного жителя, принимаемое по табл. 1 [4]; $N_{ж}$ - расчетное число жителей.

Суточный расход с учетом водопотребления на нужды промышленности, увеличивается на 10-15 % (п. 5.1, примечание 2 [4]):

$$Q_{сут.\max} = (1{,}1 \div 1{,}15) Q_{сут.ср.},$$

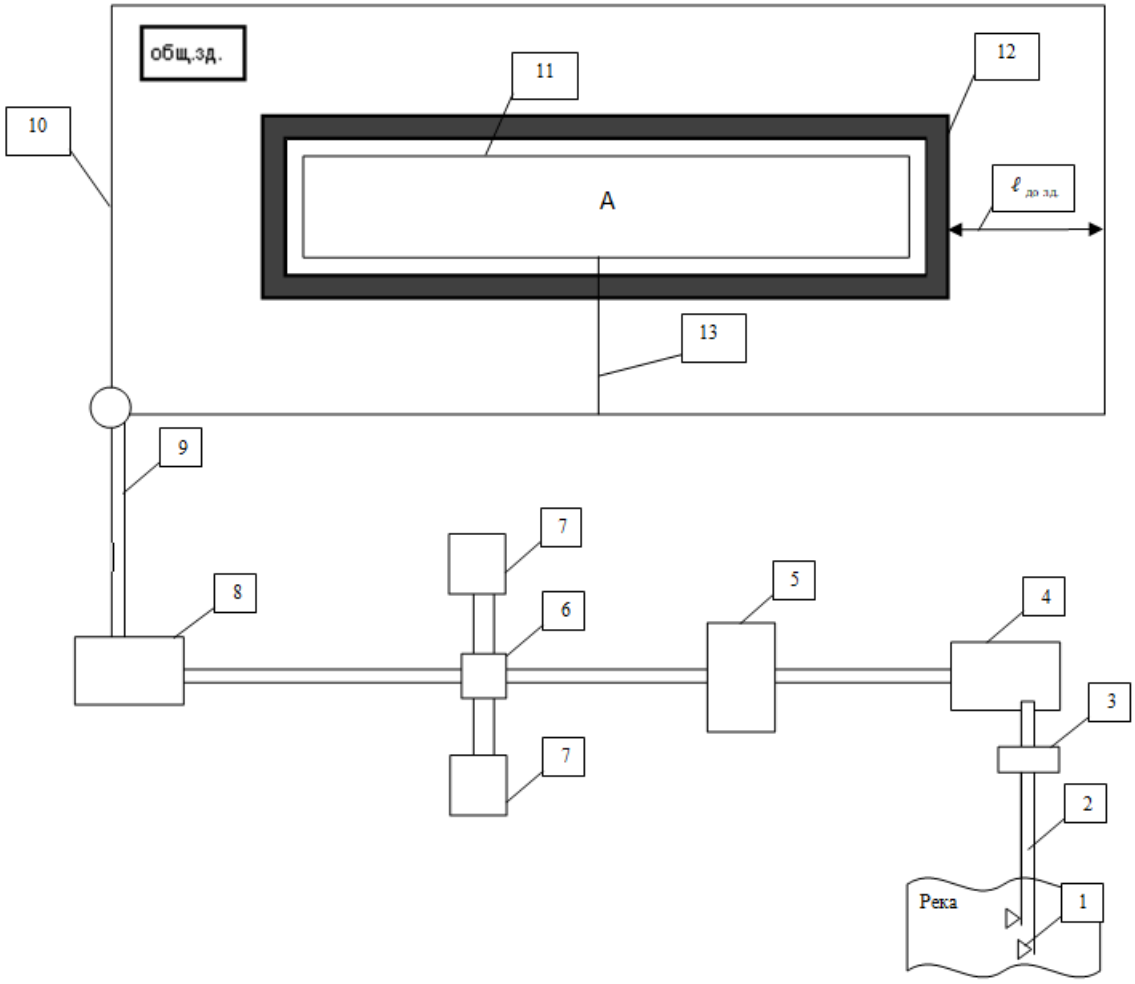


Рис.1.1. Схема хозяйственно-производственно-противопожарного водоснабжения населенного пункта и предприятия
1 – водоприемник; 2 – самотечные линии; 3 – береговой колодец; 4 – насосная станция I подъема; 5 – очистные сооружения; 6 – камера переключения; 7 – резервуары чистой воды; 8 – насосная станция II подъема; 9 - водоводы; 10 – наружная водопроводная сеть; 11 – внутренняя водопроводная сеть; 12 - здание; 13 – ввод в здание

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления $Q_{сут.\max}\ {}^{м^3}\!/_{сут}$ определяется по формуле:

$$Q_{сут.\max} = K_{сут.\max} \cdot Q_{сут.ср.},$$

где $K_{сут.\max}$ - коэффициент суточной неравномерности водопотребления определяется по п. 5.2 [4]. $K_{сут.\max}$=1,1÷1,3. $K_{сут.\max}$ учитывает уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменение водопотребления по сезонам года и дням недели. Для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением, следует принимать $K_{сут.\max}$=1,1; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и ванными с местными водонагревателями, $K_{сут.\max}$=1,2; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией без ванн, $K_{сут.\max}$=1,3.

Расчетный часовой расход воды $q_{ч.\max}$ определяется по формуле:

$$q_{ч.\max} = K_{ч.\max} \cdot Q_{сут.\max} / 24,$$

где $K_{ч.\max}$ - коэффициент часовой неравномерности водопотребления определяется из выражения:

$$K_{ч.\max} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max},$$

где $\alpha_{\max}$ - коэффициент учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимается по п. 5.2[4]; $\beta_{\max}$ - коэффициент, учитывающий число жителей в поселении принимается по табл. п. 5.2 [4]. Для зданий, оборудованных внутренним водопроводом и канализацией без ванн, следует принимать $\alpha_{\max}$=1,4; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и ванными с местными водонагревателями $\alpha_{\max} = 1{,}3$; для зданий, оборудованных внутренним водопроводом, канализацией и централизованным горячим водоснабжением, $\alpha_{\max}$=1,2.

$K_{ч.max}$ рассчитывается, а затем принимается ближайшее табличное значение по приложению 1, табл.1 данных методических указаний.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в общественных зданиях зависит от назначения здания и определяется по формуле:

$$Q_{об.зд} = q_{об.зд} \cdot N_{из} / 1000 ,$$

где $q_{об.зд}$ - норма расхода воды потребителями в сутки для общественных зданий принимается по приложению А, таблица А2 [5]; $N_{из}$ - количество измерителей.

Общий расход воды по поселению:

$$\sum Q_{сут}^{пос} = Q_{сут.max} + Q_{об.зд}$$

Расчетные величины хозяйственно-питьевого водопотребления в производственных и вспомогательных зданиях, промышленных предприятиях определяются по формулам:

водопотребление в смену $Q_{см.х-п}^{пр} = \frac{(q_{н.х-п}^{'} N_{см})}{1000}$,

где $q_{н.х-п}$ - норма водопотребления на одного человека в смену, принимается согласно п. 5.4 [4] и приложению А табл. А2 [5]; $N_{см}$ - количество работающих в смену (по заданию).

Суточное водопотребление $Q_{см.х-п}^{пр.} = Q_{см.х-п}^{пр.} n_{см.}$,

где $n_{см}$.- количество смен (по заданию). Количество воды на пользование душем в бытовых помещениях промышленных предприятий определяется по формулам:

водопотребление в смену $Q_{см}^{душ} = 0.5 \tau N_c$

где τ = 1 ч. - продолжительность действия душа после смены [5];

0.5 м^3/ч - норма расхода воды через душевую сетку [5];

N_c - количество душевых сеток, шт.

$$N_c = \frac{N_{см}^{'}}{5},$$

где $N_{см}$ - количество рабочих, принимающих душ после смены (по заданию). Одной душевой сеткой в течение часа, исходя из санитарных норм, пользуются 5 человек;

суточное водопотребление на душ $Q_{сут.}^{душ.} = Q_{см.}^{душ.} n_{см.}$,

где $n_{см.}$ - количество смен (по заданию). Расход воды на производственные нужды предприятия принимается по заданию $Q_{см}^{n}$, который распределяется равномерно по часам смены (семичасовая смена с перерывом на обед один час, в течение которого производство не останавливается). Принимается работа семичасовых смен: с 8 до 16 ч - первая смена; с 16 до 24 ч - вторая смена, с 24 до 8 ч - третья смена.

Часовой расход воды $$q_{ч}^{пр.} = \frac{Q_{см.}^{пр.}}{\tau_{см.}} = \frac{Q_{см.}^{пр.}}{8}.$$

Суточное водопотребление на производственные нужды $Q_{сут.}^{пр} = Q_{см.}^{пр.} n_{см.}$

Суммарный расход воды по предприятию за сутки

$$Q_{сут.}^{пр.} = Q_{сут.х-п}^{пр.} + Q_{сут.}^{пр.} + Q_{сут.}^{п.}$$

Общий расход воды по поселению и предприятию за сутки

$$Q_{сут.}^{общ.} = Q_{сут.}^{пос.} + Q_{сут.}^{пр.}$$

Для определения режима работы насосных станций, емкости баков водонапорных башен и резервуаров чистой воды составляется таблица почасового суточного водопотребления и строится график водопотребления по часам суток.

1.5. Пример расчета водопроводной сети

Задание на проектирование. Определить хозяйственно-питьевое и производственное водопотребление в системе водоснабжения, обслуживающей поселение и предприятие.

Число жителей в поселении к концу расчетного периода 30000 человек. Здания оборудованы внутренним водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения. Застройка зданий в 5 этажей. В поселении имеется больница на 300 коек с общими ваннами и душевыми объемом более 25000 м^3, здание больницы четырехэтажное. Магистральная водопроводная сеть и водоводы проложены из стальных труб. Длина водоводов от НС-II до водонапорной башни $L_{вод} = 1000\,м$. Промышленное предприятие расположено **в пределах населенного пункта**, по пожарной опасности относится к категории «В», двухэтажный производственный корпус II степени огнестойкости, длиной 180 м, шириной 30 м, высота 14 м. Расстояние от трассы сети до здания $\ell_{\text{до. зд.}} = 40$ м одинаково со всех сторон. Площадь территории предприятия до 150 га. Предприятие работает в три смены, количество рабочих в каждой смене $N_{см}$.=500 человек. Расход воды на хозяйственно-производственные цели – 4 л/с. Гарантированный напор в наружном водопроводе 20 м. Расход воды на производственные нужды $Q_{см}^{пр} = 400\,м^3/см$. Душ принимают 70 % рабочих в смену. Генплан водопроводной сети приведен на рис. 1.1.

1.5.1. Расчет необходимых расходов воды для поселения и предприятия

Определение водопотребления начинаем с населенного пункта, поскольку он является основным потребителем. В соответствии с п.5.1, табл. 1 [4] норму водопотребления на одного человека принимаем 180 л/сут. Суточный расход:

$$Q_{\text{сут}.m} = \frac{180 \cdot 50000}{1000} = 9000 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Суточный расход с учетом п 5.2 [4]

$$Q_{сут.т} = 1{,}15 Q_{сут.т.} = 1{,}15 \cdot 9000 = 10350 \, м^3 / сут.$$

Расчетный расход наибольшего водопотребления в сутки

$$Q_{сут.\max} = K_{сут.max} Q_{сут.т} = 1{,}1 \cdot 10350 = 11385 \, м^3 / сут.$$

согласно п. 5.2 [4], принимаем $K_{сут.max}=1{,}1$.

Расчетный часовой максимальный расход воды

$$q_{ч.\max} = \frac{Q_{сут.\max} K_{ч.\max}}{24}$$

Максимальный коэффициент часовой неравномерности водопотребления

$$K_{ч.max} = \alpha_{max} \beta_{max}.$$

Принимаем по п. 5.2 и табл. 2 [4] $\alpha_{\max}$ =1,2 и $\beta_{\max}$=1,15,

тогда $K_{ч.max}=1{,}2 \cdot 1{,}15=1{,}4$. По приложению 1, табл.1 **данных методических указаний** (см. таблицу в конце данной методички) принимаем $K_{ч.max}=1{,}45$.

$$q_{ч.\max} = \frac{1{,}45 \cdot 11385}{24} = 687{,}84 \, м^3 / сут.$$

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды больницы

$$Q_{\text{бол}} = \frac{q_{\text{коек}} \cdot N_{\text{коек}}}{1000} = \frac{115 \cdot 300}{1000} = 34{,}5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

где $q_{коек}=115$ *л/сут* (СП 30.13330.2020, приложение А 2 [5]).

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления для больницы принимаем по приложению 1, табл.2 **данных методических указаний** (см. таблицу в конце данной методички).

Суммарный расход воды по поселению

$$Q_{сут}^{пос} = Q_{сут.мах} + Q_{бол} = 11385 + 34{,}5 = 11419{,}5 \, м^3 / сут$$

Определение водопотребления предприятия

В соответствии п.5.4 [4] и приложению А2 [5] и согласно задания, норму водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды на одного человека в смену принимаем $q_{н.х-п}$ = 25 л/(см. чел) (приложение А2 [5]). Водопотребление в смену

$$Q_{см.х-п}^{пр} = \frac{q_{н.х-п} N_{см.}}{1000} = \frac{25 \cdot 500}{1000} = 12{,}5 м^3 / см.$$

Суточное водопотребление

$$Q_{сут.х-п}^{пр.} = Q_{см.х-п}^{пр.} n_{см.} = 12{,}5 \cdot 3 = 37{,}5 м^3 / сут.$$

Расход воды на душевые в смену

$$Q_{см}^{душ} = 0.5 \tau N_c$$

Количество душевых сеток

$$N_c = \frac{N_{см}^{'}}{5} = \frac{N_{см} \cdot 70\%}{5 \cdot 100\%} = \frac{500 \cdot 70}{5 \cdot 100} = 70 шт$$

$$Q_{см}^{душ} = 0{,}5 \cdot 1 \cdot 70 = 35 м^3 / см$$

в сутки $Q_{сут}^{душ} = Q_{см}^{душ} n_{см} = 35 \cdot 3 = 105 м^3 / сут$

Расход воды на производственные нужды в смену $Q_{см}^{пр} = 400 \, м^3 / см$ (по заданию), в час $q_ч^{пр} = \frac{Q_{см}^{пр}}{t_{см}} = \frac{400}{8} = 50 м^3 / ч$

Суточное водопотребление на производственные нужды

$$Q_{сут}^{пр} = Q_{см}^{пр} n_{см} = 400 \cdot 3 = 1200 м^3 / сут$$

Таким образом, расчетный суточный расход воды по предприятию составит

$$\sum Q_{сут}^{пр} = Q_{сут.х-п}^{пр} + Q_{сут}^{пр} + Q_{сут}^{душ} = 37{,}5 + 105 + 1200 = 1342{,}5 м^3 / сут.$$

Суммарный расход воды за сутки по поселению и предприятию равен

$$\sum Q_{сут}^{об} = \sum Q_{сут}^{нос} + \sum Q_{сут}^{пр} = 11419{,}5 + 1342{,}5 = 12762 м^3 / сут.$$

Составляем таблицу суммарного водопотребления по часам суток (табл. 1.3).

Пояснение к табл. 1.3. В графе 1 приведены часовые промежутки от 0 до 24 ч. В графе 2 - расход воды поселком по часам суток в процентах от суточного водопотребления согласно приложению 1 при $К_ч$ = 1.45. В графе 3 - расход воды поселком на хозяйственно-питьевые нужды за каждый час суток в $м^3$ (например, с 10 до 11 ч. расходуется 5,8% от $Q_ч^{пос} = \frac{11385 \cdot 5{,}8\%}{100\%} = 660{,}3 м^3/ч$). В графе 4 - расход воды на хозяйственно-питьевые нужды общественного здания (в нашем примере - больница) по часам суток в процентах от суточного расхода. Распределение расходов воды по часам суток принято по приложению 1 для больницы.

В графе 5 - количество воды в $м^3$, расходуемое больницей на хозяйственно-питьевые нужды за каждый час суток (например, с 10 до 11ч. расходуется 6 % суточного расхода воды больней) $Q_ч = \frac{34{,}5 \cdot 6\%}{100\%} = 2{,}07 м^3/ч$.

В графе 6 - расход на хозяйственно-питьевые нужды предприятия по часам смены в процентах от сменного расхода воды. Распределение расхода воды по часам смены принято по приложению 1 при $К_ч$ = 3.

В табл. 1.3 дано распределение расходов на хозяйственно-питьевые нужды предприятия для трехсменной работы. Для двухсменной работы в графе 6 с 0 до 1 ч записывается 12,5 % от $Q_{см}$, с 1 до 9 ч. - ноль и с 9 ч. записываются в %, как в табл. 1.3.

В графе 7 - количество воды в $м^3$, расходуемое предприятием на хозяйственно-питьевые нужды за каждый час смены (например, с 10 до 11 ч. расходуется 6,25 % сменного расхода предприятия) $Q_ч = \frac{12{,}5 \cdot 6{,}25\%}{100\%} = 0{,}78 м^3/ч$.

В графе 8 - расход воды на работу душа, который учитывается в течение часа после работы каждой смены (например, первая смена заканчивается в 16 ч., душ работает с 16 до 17 ч.).

В графе 9 - расход воды на производственные нужды, равномерно распределен по часам смены ($Q_{см}^{n} = 400 м^3$, продолжительность смены 8 ч.)

$$q_{ч}^{пр} = \frac{400}{8} = 50 м^3 / ч$$

В графе 10 - сумма расходов всех потребителей в определенный час суток в м^3, например, расходуется с 8 до 9 ч.

$$\sum Q_{ч}^{общ} = q_{х-п}^{пос} + q_{х-п}^{об.на} + q_{х-п}^{пр} + q_{душ} + q_{ч}^{пр} = 660,3 + 2,76 + 1,56 + 35 + 50 = 749,62 м^3 / ч.$$

В графе 11, сумма расходов всех потребителей в определенный час суток в процентах от суммарного суточного расхода, например, суммарный суточный расход воды 12762м^3, а суммарный расход с 8 до 9 ч. - 769,62 м^3/ч, что составляет $\frac{749,62 \cdot 100\%}{12762} = 5,87\%$. При составлении таблицы необходимо для контроля суммировать числа стоящие в столбцах, например, сумма чисел в столбце 3 должна быть равна $Q_{сутх-п}^{пос}$ и т.д.

Из табл. 1.3 видно, что по поселению и предприятию наибольшее водопотребление происходит с 8 до 9 ч., в это время на все нужды воды расходуется 749,62 м^3/ч или

$$Q_{пос.,пр} = \frac{749,62 \cdot 1000}{3600} = 208,23 л / с$$

По предприятию расчетный расход

$$Q_{пр} = \frac{(1,56 + 35 + 50) \cdot 1000}{3600} = 24,04 л / с$$

Расчетный расход общественного здания (больницы)

$$Q_{об.зд} = \frac{(2,76 \cdot 1000)}{3600} = 0,77 л / с$$

Собственно поселение расходует

$$Q_{рас}^{пос} = Q_{пос.пр} - Q_{пр} - Q_{об.зд} = 208,23 - 24,04 - 0,77 = 183,42 л / с$$

По данным графы 11 табл. 1.3 строим график водопотребления объединенного водопровода по часам суток (рис. 1.2).

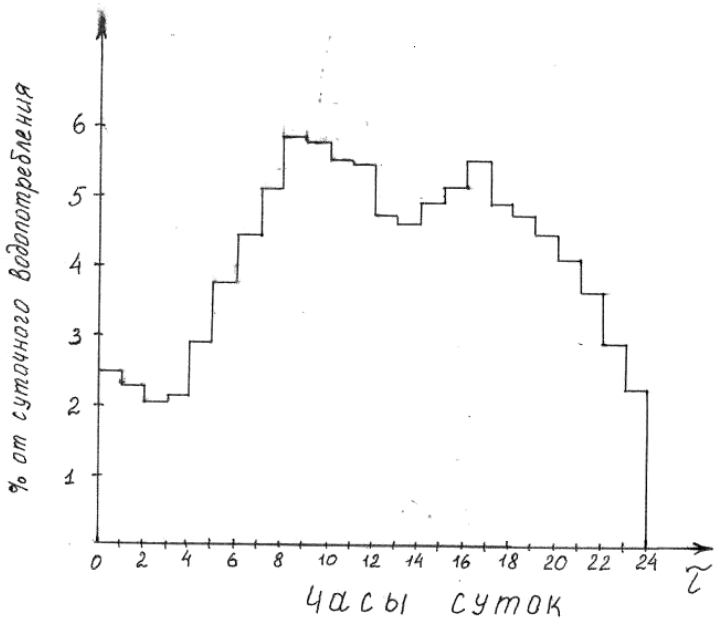


Рис 1.2. График водопотребления

Водопотребление по часам суток в поселении и на промышленном предприятии

Таблица 1.3

Часы суток	Поселение				Предприятие				Всего за сутки	
	на хозяйственно-питьевые нужды		Общественное здание (больница)		на хозяйственно-питьевые нужды		$Q_ч^{душ}$ $м^3/ч$	$Q_ч^{пр}$ $м^3/ч$	$\sum Q_ч^{общ}$ $м^3/ч$	% от суточного водопотребления
	% от $Q_{сут.max}$ при Кч=1.45	$Q_ч^{пос}$ $м^3/ч$	% от $Q_{об.зд}$ при Кч=2,5	$Q_ч$ $м^3/ч$	% от $Q_{см.х-п}^{пр}$ при Кч=3	$Q_ч$ $м^3/ч$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	2,0	227,7	0,2	0,07	12,5	1,56	35	50	314,23	2,46
1-2	2,1	239,1	0,2	0,07	6,25	0,78		50	289,95	2,27
2-3	1,85	210,6	0,2	0,07	6,25	0,78		50	261,45	2,05
3-4	1,9	216,3	0,2	0,07	6,25	0,78		50	267,15	2,09
4-5	2,85	324,5	0,5	0,17	18,75	2,35		50	377,15	2,95
5-6	3,7	421,2	0,6	0,2	37,5	4,69		50	476,09	3,73
6-7	4,5	512,3	3,0	1,04	6,25	0,78		50	564,12	4,42
7-8	5,3	603,4	5,0	1,72	6,25	0,78		50	655,90	5,14
8-9	5,8	660,3	8,0	2,76	12,5	1,56	35	50	749,62	5,87
9-10	6,05	688,8	10,0	3,45	6,25	0,78		50	743,03	5,82
10-11	5,8	660,3	6,0	2,07	6,25	0,78		50	713,15	5,59
11-12	5,7	649,0	10,0	3,45	6,25	0,78		50	703,23	5,51
12-13	4,8	546,5	10,0	3,45	18,75	2,35		50	602,30	4,72
13-14	4,7	535,1	6,0	2,07	37,5	4,69		50	591,89	4,64
14-15	5,05	574,9	5,0	1,72	6,25	0,78		50	627,40	4,92
15-16	5,3	603,4	8,5	2,93	6,25	0,78		50	657,11	5,15
16-17	5,45	620,5	5,5	1,90	12,5	1,56	35	50	708,96	5,55
17-18	5,05	574,9	5,0	1,72	6,25	0,78		50	627,40	4,92
18-19	4,85	552,2	5,0	1,72	6,25	0,78		50	604,70	4,74
19-20	4,5	512,3	5,0	1,72	6,25	0,78		50	564,80	4,43
20-21	4,2	478,2	2,0	0,69	18,75	2,35		50	331,24	4,16
21-22	3,6	409,9	0,7	0,24	37,5	4,69		50	264,83	3,64
22-23	2,85	324,5	3,0	1,03	6,25	0,78		50	376,31	2,95
23-24	2,1	239,1	0,5	0,17	6,25	0,78		50	290,05	2,28
Всего	100	11385	100	34,5	300	37,5	105	1200	12762	100

1.5.2. Определение расчетных расходов воды на пожаротушение

Требования пожарной безопасности к расходам воды на наружное пожаротушение изложены в 5 разделе СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности, а для систем внутреннего противопожарного водопровода в разделе 7 СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод». Требования пожарной безопасности».

Расчетное количество одновременных пожаров и расходы воды на пожаротушение для объединенных водопроводов, обслуживающих населенные пункты и промышленные предприятия, определяются по п. 5.16 СП 8.13130.2020, если предприятие **вне** населенного пункта и по примечанию 3, табл. 1, п. 5.1 СП 8.13130.2020, если предприятие расположено **в пределах** населенного пункта.

В городских округах и сельских поселениях число одновременных пожаров и расход воды на один пожар зависят от числа жителей и этажности застройки. На промышленных предприятиях число одновременных пожаров зависит от площади территории предприятий, а расчетный расход воды на наружное пожаротушение - от степени огнестойкости зданий, категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности, объема зданий, наличия фонарей, ширины здания, наличия автоматических установок пожаротушения.

Для жилых и общественных зданий, а также административно-бытовых зданий и помещений необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальный расход воды на пожаротушение следует определять в соответствии с таблицей 7.1, а для производственных и складских зданий - в соответствии с таблицей 7.2 СП 10.13130.2020.

Определим расчетные расходы воды для пожаротушения по данным приведенного выше примера для объединенного противопожарного водопровода населенного пункта и промышленного предприятия, расположенного **в пределах** поселения.

Населенный пункт. Так как водопровод проектируется объединенным, то согласно СП 8.13130.2020, п. 5.1, при количестве жителей 50000 человек и пятиэтажной застройке принимаем два одновременных пожара (п. 5.1, табл. 1 [6]) с расходом воды 25 л/с на один пожар:

$$Q^{пос}_{пож.нар} = 2 \cdot 25 л/с$$

Расход воды на внутреннее пожаротушение в поселении, при наличии больницы, здание четырехэтажное, согласно [7], п. 7.6, табл. 7.1. принимаем равным 5 л/с, (две струи производительностью 2,5 л/с каждая).

$$Q^{об.зд.}_{пож.вн} = 2 \cdot 2,5 = 5 л/с$$

Промышленное предприятие. Определяем объем производственного здания (длина, ширина и высота даны в задании).

$$V_{зд} = 180 \cdot 30 \cdot 14 = 75600 \, м^3$$

Согласно п. 5.3, табл. 3 [6], при ширине зданий до 60 м, категории В, II степени огнестойкости, расчетный расход воды для здания объемом 75600 м^3 составит величину $Q^{пр}_{пож.нар} = 30 л/с$.

Согласно [7], п. 7.6, табл. 7.2 расчетный расход воды на внутреннее пожаротушение в производственном здании предприятия принимаем из расчета двух струй производительностью 2,5 л/с каждая, тогда:

$$Q^{пр}_{пож.вн} = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ л/с}$$

Согласно СП 8.13130.2020, п. 5.1, таблица 1, количество одновременных пожаров равно двум. Так как предприятие **расположено в пределах населенного пункта,** то с учетом примечания 3, к пункту 5.1 табл.

1 следует учитывать расходы на пожаротушение предприятий, если значения этих расходов не менее указанных в табл. 1.

Расход на наружное пожаротушение предприятия составляет 30 л/с, что больше значения расхода 25 л/с, указанного в табл. 1, следовательно:

$$Q_{пож.нар} = 25 + 30 = 55 \, л/с$$

Так как в расчетный расход воды на наружное пожаротушение $Q_{пож.нар} = 25 + 30 = 55 \, л/с$ вошли два пожара (один на предприятии и один в населенном пункте), то и на внутреннее пожаротушение суммарный расход воды определим по двум зданиям – больницы, расположенной в населенном пункте и здания производственного предприятия.

$$Q_{\text{пож.вн}} = 5 + 5 = 10 \text{ л/с}$$

Общий расход воды на пожаротушение определяется как сумма расходов воды на наружное и внутреннее пожаротушение. Следовательно, для рассматриваемого примера расход составит:

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож.нар}} + Q_{\text{пож.вн}} = 55 + 10 = 65 \text{ л/с}$$

2. Определение расстояния между пожарными гидрантами

Для определения расстояний между пожарными гидрантами определим размеры наружной сети:

расстояние по длине здания - $\ell_{дл}$ и по ширине - $l_{ш}$.

Трасса сети до здания проходит на одинаковом расстоянии со всех сторон здания $\ell_{до\,зд}$. Поэтому расстояние сети по длине здания будет равно $\ell_{дл} = \ell_{дл\,зд} + 2\ell_{до\,зд}$, а по ширине здания $\ell_{ш} = \ell_{ш\,зд} + 2\ell_{до\,зд}$.

Заданные размеры здания и найденные размеры сети нанести на схему в рекомендуемом масштабе 1:1000, т. е. 1 см на чертеже 10 м на местности. Можно принять и другой масштаб в зависимости от размеров здания и сети на местности и на схеме чертеже. Для этого размеры на местности в метрах разделить на соответствующие размеры на чертеже в сантиметрах; получится масштаб: в 1 см чертежа размеры здания и сети на местности в м.

Затем необходимо определить радиус действия пожарных гидрантов $r_{пг}$ расчетом с учетом требований п. 8.9 [6].

Расстановка пожарных гидрантов на водопроводной сети должна обеспечивать подачу воды с расчетным расходом на пожаротушение любой точки обслуживаемого данной сетью здания на уровне нулевой отметки не менее чем от двух гидрантов при расходе воды на наружное пожаротушение 15 л/с и более или от одного гидранта - при расходе воды менее 15 л/с с учетом прокладки рукавных линий длиной не более 200 м по дорогам с твердым покрытием.

В пункте 8.10 СП 8.13130.2020 сказано, что количество пожарных гидрантов и расстояние между ними определяют расчетом, исходя из суммарного расхода воды на пожаротушение и пропускной способности устанавливаемого типа гидрантов, с учетом требований пункта 8.9 настоящего свода правил.

Пожарные гидранты необходимо предусматривать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не ближе 5 м от стен зданий; допускается располагать гидранты на проезжей части. Пожарные гидранты следует устанавливать на кольцевых участках водопроводных линий. Установка гидрантов на ответвлении от тупиковой линии водопровода или на вводе в здание не допускается.

Радиус действия гидранта $r_{пг}$ (рисунок 2.1) можно определить по формуле:

$$r_{пг} = \frac{l_{р}}{1{,}2} + R_{К}\cos\alpha - l_{р.зд} - \Delta Z\sin\beta$$

где:

- $l_{р}$ – длина рукавов;

- 1,2 – коэффициент, учитывающий изгиб рукавов;

- $R_{к}$ – радиус компактной части струи;

- α – угол наклона струи;

- ΔZ – разница геометрических отметок здания и автонасоса;

- β – угол наклона местности по отношению к горизонтальной поверхности;

- $l_{р.зд}$ – длина рукавной линии по высоте здания.

Длина рукавной линии в зданиях может быть определена по формуле

$$l_{р.зд} = kn,$$

где:

- k – длина рукавной линии, приходящаяся на один этаж;

- n – количество этажей в здании.

Величину k можно принять в соответствии с данными таблицы 2.1.

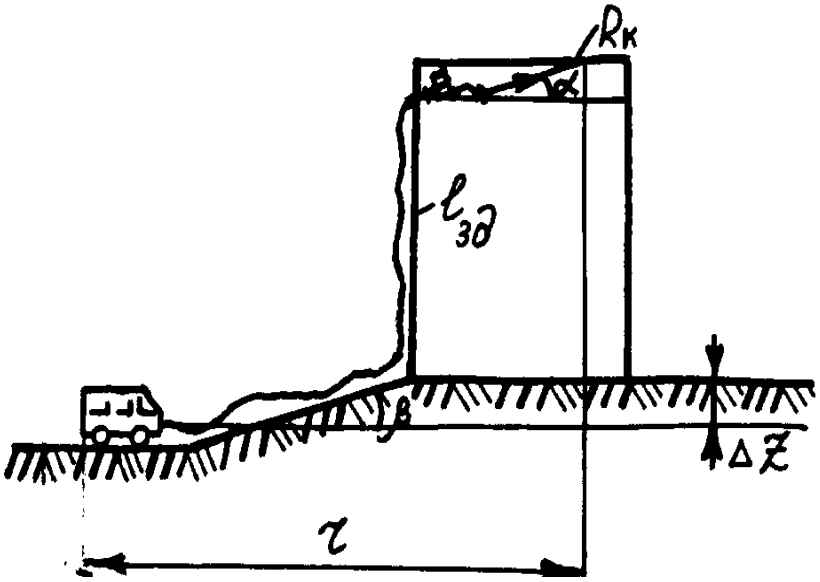


Рисунок 2.1 - Радиус действия гидранта

Таблица 2.1 Определение длины рукавной линии

Тип здания	Прокладка рукавов здании	Формула для определения $l_{р.зд}$, м	
		Рекомендации	Требования
Жилое	Вертикальная	$l_{р.зд}$ = 4 *n**	$l_{р.зд}$ = 3 *n*
	Ползучая	$l_{р.зд}$= 10 *n*	$l_{р.зд}$ = 9 *n*
Производственн	Вертикальная	$l_{р.зд}$ = 6 *n*	$l_{р.зд}$ = *hn***
	Ползучая	$l_{р.зд}$ = 12 *n*	$l_{р.зд}$ = 3 *hn*

* n – число этажей;

** *h* – высота этажа производственного здания, для ползучей прокладки принимается утроенная высота этажа.

2.1. Определение количества пожарных гидрантов, задвижек и их расстановка на сети

Количество пожарных гидрантов для кольцевой сети определяется по формуле:

$$n_{ПГ} = \frac{L_{с.\ нар}}{r_{пг}}$$

где $L_{с.\ нар}$ – длина наружной кольцевой водопроводной сети, равная

$$L_{с.\ нар} = 2\ell_{дл} + 2\ell_{ш}$$

Найденное $n_{ПГ}$ пронумеровать и в масштабе нанести на водопроводную сеть на расстоянии не более радиуса действия пожарного

гидранта между соседними ПГ. Условное обозначение пожарных гидрантов прописано в ГОСТ 21.704-2011. «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации».

Пример расчета:

В соответствии с заданием (стр. 14) длина здания $\ell_{\text{дл. зд.}} = 180$ м, ширина здания $\ell_{\text{ш. зд.}} = 30$ м, высота 14 м, расстояние от трассы сети до здания $\ell_{\text{до. зд.}} = 40$ м одинаково со всех сторон.

Определить: расстояние между пожарными гидрантами, количество гидрантов и задвижек, и их расстановку на сети.

Решение

Определим радиус действия пожарных гидрантов:

$$r_{пг} = \frac{l_{\text{р}}}{1{,}2} + R_{\text{К}} \cos\alpha - l_{\text{Р.З}\partial} - \Delta Z \sin\beta$$

где $l_р$ – длина рукавной линии ($l_р \le 200\,м$ – при наличии автонасосов, 100-150м – при наличии мотопомп);

1,2 – коэффициент, учитывающий изгиб рукавов;

$R_к$ - радиус компактной части струи, принимается равным 17 м;

α – угол наклона струи, принимается равным 60^0;

ΔZ – разница геодезических отметок здания и автонасоса;

β – угол наклона местности по отношению к горизонтальной поверхности;

$l_{р.зд.}$ – длина рукавной линии по высоте здания.

Для рассматриваемого нами двухэтажного производственного здания, высотой 14 м, с высотой этажа 7 м, длина рукавной линии по высоте здания, в соответствии с требованиями таблицы 2.1, составит:

$$l_{\text{р.зд}} = 3hn = 3 \cdot 7 \cdot 2 = 42\,м$$

ΔZ =0, местность ровная. Радиус действия пожарного гидранта составит:

$$r = {}^{l_p}\!/_{1,2} + R_к \cos\alpha - l_{р.зд} - \Delta Z \sin\beta = {}^{200}\!/_{1,2} + 17 \cdot \cos 60^0 - 42 = 133{,}2 м$$

Определим расстояние сети по длине здания:

$$\ell_{\text{С дл}} = \ell_{\text{дл. зд.}} + 2\ell_{\text{до зд}},$$

$$\ell_{\text{С дл}} = 180 + 2 * 40 = 260 \text{ м}$$

Определим расстояние сети по ширине здания:

$$\ell_{\text{С ш}} = \ell_{\text{ш. зд.}} + 2\ell_{\text{до зд}},$$

$$\ell_{\text{С ш}} = 30 + 2 * 40 = 110 \text{ м}$$

Определить количество ПГ

$$n_{\text{ПГ}} = \frac{L_{\text{с. нар}}}{r_{\text{пг}}}$$

$$n_{\text{ПГ}} = \frac{2\ell_{\text{с. дл}} + 2\ell_{\text{с. ш}}}{r_{\text{пг}}}; \quad \text{n}_{\text{ПГ}} = \frac{2*260+2*110}{130} = 5{,}7.$$

Принимается $n_{\text{ПГ}} = 6$

Расстановка ПГ на сети производится произвольно на расстоянии не более 133,2 м между ПГ. Рекомендуется начать расстановку ПГ от наиболее удаленного от ввода ПГ-3, как показано на рис. 2.2.

Количество задвижек на водопроводной сети и их размещение должно обеспечивать при выключении одного из участков сети отключение не более пяти пожарных гидрантов, п. 8.6 СП 8.13130.2020.

Один из вариантов расстановки задвижек на сети показан для примера на рис. 2.2.

Количество задвижек – 2, между задвижками по 3 пожарных гидранта.

Условное обозначение запорной арматуры по ГОСТ 2.785-70.

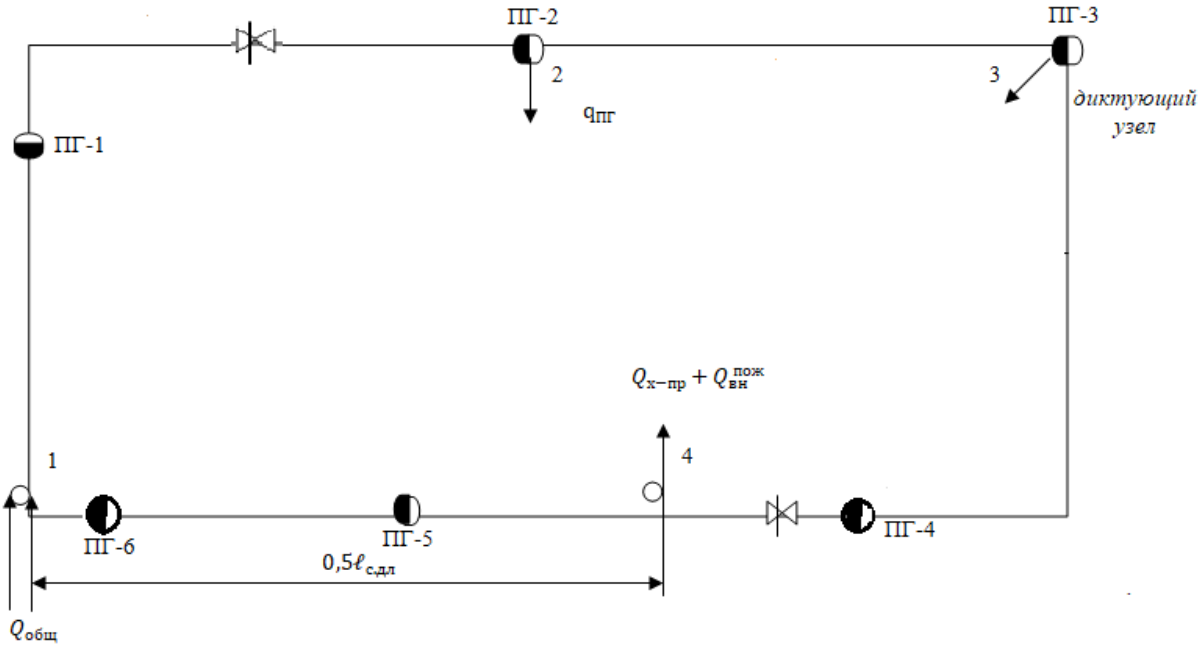


Рис. 2.2. Расчетная схема наружной водопроводной сети

3. Определение режима работы НС - II

Выбор режима работы насосной станции второго подъема (НС-II) определяется графиком водопотребления (рис. 3.1). В те часы, когда подача НС-II больше водопотребления поселения, избыток воды поступает в бак водонапорной башни, а в часы, когда подача НС-II меньше водопотребления поселения, недостаток воды поступает из бака водонапорной башни. Для обеспечения минимальной емкости бака график подачи воды насосами стремятся максимально приблизить к графику водопотребления. Однако частое включение и выключение насосов усложняет эксплуатацию насосной станции и отрицательно сказывается на электрической аппаратуре управления насосными агрегатами. Установка большой группы насосов с малой подачей приводит к увеличению площади НС-II и КПД насосов с меньшей подачей ниже, чем КПД насосов с большей подачей. Поэтому обычно принимают двух или трехступенчатый режим работы НС-II. При любом режиме работы НС-II подача насосов должна обеспечить полностью (100%) потребление воды поселком. Примем двухступенчатый режим работы НС-II с подачей каждым насосом 2,5% в час от суточного водопотребления. Тогда один насос за сутки подаст $2,5 \bullet 24=60\%$ суточного расхода воды. Второй насос должен подать 100-60=40% суточного расхода воды и надо его включать на 40/2,5=16 ч.

В соответствии с графиком водопотребления (рис. 3.1) предлагается второй насос включать в 5 ч и выключать в 21 ч. Этот режим работы НС-II нанесен на рис. 3.1 пунктирной линией.

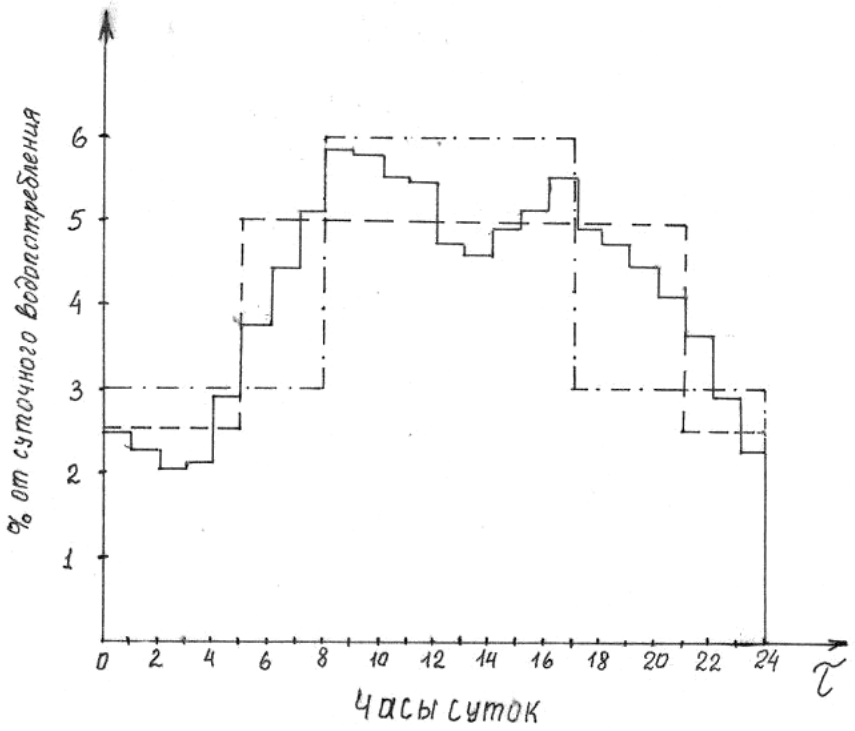


Рис. 3.1. Режим работы НС-II и график водопотребления

Для определения регулирующей емкости бака водонапорной башни составим табл. 3.1. В столбце 1 проставлены часовые промежутки, а в столбце 2 часовое водопотребление в % от суточного водопотребления, в соответствии со столбцом 11 табл. 1.3. В столбце 3 подача насосов в процентах в соответствии с предложенным режимом работы НС-II (рис. 3.1). Если подача насосов выше, чем водопотребление поселения, то разность этих величин записывается в столбец 4 (поступление в бак), а если ниже - в столбец 5 (расход из бака).

Остаток воды в баке (столбец 6) к концу некоторого часового промежутка определяется как алгебраическая сумма данных столбцов 4 и 5 (положительных при поступлении воды в бак и отрицательных при расходе из него). Например, к концу первого часа в баке накопилось 0,04 % от суточного расхода воды, а к четвертому часу 0,04+0,023+0,45+0,41=1,13 % от суточного расхода воды. В четыре часа водопотребление в поселении стало выше подачи насосов и к пятому часу в баке осталось 1,13-0,45=0,68 % суточного расхода воды.

Водопотребление и режим работы насосов

Таблица 3.1

Время суток	Часовое водопотребление (см. табл. 1.3, графа 11)	I вариант				II вариант			
		Подача насосов	Поступление в бак	Расход из бака	Остаток в баке	Подача насосов	Поступление в бак	Расход из бака	Остаток в баке
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	2,46	2,5	0,04		0,04	3	0,54		0,54
1-2	2,27	2,5	0,23		0,27	3	0,73		1,27
2-3	2,05	2,5	0,45		0,72	3	0,95		2,22
3-4	2,09	2,5	0,41		1,13	3	0,91		3,13
4-5	2,95	2,5		0,45	0,68	3	0,05		3,18
5-6	3,73	5	1,27		1,95	3		0,73	2,45
6-7	4,42	5	0,58		2,53	3		1,42	1,03
7-8	5,14	5		0,14	2,39	3		2,14	-1,11
8-9	5,87	5		0,87	1,52	6	0,13		-0,93
9-10	5,82	5		0,82	0,7	6	0,18		-0,75
10-11	5,59	5		0,59	0,11	6	0,41		-0,34
11-12	5,51	5		0,51	-0,4	6	0,49		0,15
12-13	4,72	5	0,28		-0,12	6	1,28		1,43
13-14	4,64	5	0,36		0,24	6	1,36		2,79
14-15	4,92	5	0,08		0,32	6	1,08		3,87
15-16	5,15	5		0,15	0,17	6	0,85		4,72
15-16	5,15	5		0,15	0,17	6	0,85		4,72
16-17	5,55	5		0,55	-0,38	6	0,45		5,17
17-18	4,92	5	0,08		-0,3	4		0,92	4,25

18-19	4,74	5	0,26		-0,04	3		1,74	2,51
19-20	4,43	5	0,57		0,53	3		1,43	1,08
20-21	4,16	5	0,84		1,37	3		1,16	-0,08
21-22	3,64	2,5		1,14	0,23	3		0,64	-0,72
22-23	2,95	2,5		0,45	-0,22	3	0,05		-0,67
23-24	2,28	2,5	0,22		0	3	0,72		0,05
Всего	100								

Регулирующая емкость бака будет равна сумме абсолютных значений наибольшей положительной и наименьшей отрицательной величины столбца 6. В рассмотренном примере емкость бака башни получилась равной $2,53+|-0,4|=2,93\%$ от суточного расхода воды.

При выполнении курсовой работы рекомендуется проанализировать несколько режимов работы НС-II. Так, для приведенного графика водопотребления определим регулируемую емкость бака для ступенчатого режима работы НС-II с подачей, например, по 3 % суточного расхода воды каждым насосом. Один насос за 24 ч подаст $3 \cdot 24 = 72\%$ суточного расхода.

На долю второго насоса приходится $100 - 72 = 28\%$ и он должен работать $\frac{28}{3} = 9,33$ часа. Второй насос предлагается включать с 8 до 17 часов 20 мин. Этот режим работы НС-II показан на графике рис.3.1 штрихпунктирной линией. Регулирующая емкость бака (столбцы 7, 8, 9, 10 табл. 3.1) будет равна $5,17+|-1,11|=6,28\%$, т.е. при этом режиме необходимо увеличение емкости бака водонапорной башни, таким образом, окончательно выбираем режим работы НС-II по I варианту.

4. Гидравлический расчет водоводов

Цель гидравлического расчета водоводов - определить потери напора при пропуске расчетных расходов воды. Водоводы, как и водопроводная сеть, рассчитываются на два режима работы: на пропуск хозяйственно-питьевых, производственных расходов воды в соответствии с режимом работы НС-II, и на пропуск максимальных хозяйственно-питьевых, производственных расходов и расходов на пожаротушение.

В рассматриваемом примере задано, что водоводы проложены из стальных труб и длина водоводов от НС-II до водонапорной башни $l_{вод}$=*1000 м*. Учитывая, что в примере принят неравномерный режим работы НС-II с максимальной подачей насосов Р=2,5+2,5=5% в час от суточного водопотребления, расход воды, который пойдет по водоводам, будет равен:

$$Q_{вод} = \frac{\sum Q_{сут}^{об} \cdot P}{100} = \frac{12762 \cdot 5}{100} = 638{,}1 м^3/ч = 177{,}2\, л/с$$

Так как водоводы следует прокладывать не менее чем в две линии, то расход воды по одному водоводу равен

$$Q_{вод} = \frac{Q_{вод}^{/}}{2} = \frac{177{,}2}{2} = 88{,}6 л/с.$$

При значении Э=0,75 из приложения 2 определяем диаметр водоводов $d_{вод} = 0{,}3 м$. Скорость воды в водоводе определяется из выражения $V = Q/\omega$, где $\omega = \frac{\pi d_p^2}{4}$ - площадь живого сечения водовода.

При расходе $Q_{вод}$=*88,6 л/с* скорость движения воды в водоводе с расчетным диаметром 0,3 м будет равна:

$$V = \frac{0.0886}{0.785 \cdot 0.3^2} = 1.25 м/с$$

Потери напора определяются по формуле:

$$h = i \cdot l_{вод} = (\frac{A_1}{2g}) \left[\frac{(A_0 + \frac{C}{V})^m}{d_p^{m+1}} \right] V^2 l_{вод}$$

Для стальных труб (приложение 11 данных методических указаний)

$$m = 0.19;\ \frac{A_1}{2g} = 0.561 \cdot 10^{-3};\ C = 3.51;\ A_0 = 1$$

Потери напора в водоводах составят:

$$h_{вод} = 0{,}561 \cdot 10^{-3} \left[\frac{(1 + \frac{3{,}51}{1{,}25})^{0{,}19}}{0{,}3^{1{,}19}} \right] \cdot 1{,}25^2 \cdot 1000 = 4{,}7 м$$

Общий расход воды в условиях пожаротушения в рассматриваемом примере равен сумме расходов воды в час максимального водопотребления и расходу воды на пожаротушение $Q''_{пос.пр} = 208{,}23 + 65 = 273{,}23 л/с$ (см.страницы 19 и 23 данных методических указаний).

Расход воды в одной линии водоводов в условиях пожаротушения:

$$Q_{водпож} = \frac{273{,}23}{2} = 136{,}6 л/с .$$

При этом скорость движения воды в трубопроводе:

$$V = \frac{0.1366}{(0.785 \cdot 0.3^2)} = 1{,}92 м/с$$

Потери напора в водоводах при пожаре:

$$h_{водпож} = 0{,}561 \cdot 10^{-3} \left[\frac{(1 + \frac{3{,}51}{1{,}92})^{0{,}19}}{0{,}3^{1{,}19}} \right] \cdot 1{,}92^2 \cdot 1000 = 8{,}7 м$$

Потери напора в водоводах ($h_{вод}$, $h_{вод.пож.}$) будут учтены при определении требуемого напора хозяйственных и пожарных насосов.

5. Расчет водонапорной башни

Водонапорная башня предназначена для регулирования неравномерности водопотребления, хранения неприкосновенного противопожарного запаса воды и создания требуемого напора в водопроводной сети.

5.1. Определение высоты водонапорной башни для обеспечения напора производственного здания

Высота водонапорной башни определяется по формуле:

$$H_{вб} = 1{,}1h_c + H_{пк} + z_{пк},$$

где: 1,1 –коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях (п. 4, приложение 11 данных методических указаний);

h_c – потери напора водопроводной сети при работе ее в обычное время;

$z_{пк,}$ – геодезическая отметка диктующего пожарного крана.

$H_{пк}$ – напор у диктующего пожарного крана.

Определим потери напора в сети:

$$h_c = A \cdot l \cdot Q^2 = 30{,}65 \cdot 220 \cdot 0{,}014^2 = 1{,}3м$$

A – удельное сопротивление (приложение 10 данных методических указаний); диаметр трубопровода необходимо принять в соответствии с требованиями пункта 8.13 СП 8.13130.2020.

l – расстояние от водонапорной башни до диктующего пожарного крана (180+40=220 м , где 180 м – длина здания, 40 м – расстояние до здания);

Q – суммарный расход воды на внутреннее пожаротушение (определен в п.1.5.2) и на хозяйственные нужды (значение указано в исходных данных), *Q=10+4=14 л/с=0,014м^3/с.*

$H_{пк}$ – напор у диктующего пожарного крана, $H_{пк}$=19,9 м (определение данной величины производится в разделе 7 данных методических рекомендаций);

$z_{пк}$ = 7+1,35=8,35 м, так как по условию здание двухэтажное, следовательно диктующий пожарный кран будет расположен на втором этаже на высоте 1,35 (п. 4.1.13 СП 10.13130.2009).

Следовательно, высота башни составит:

$$H_{вб} = 1{,}1 \cdot 1{,}3 + 19{,}9 + 8{,}35 = 29{,}7 м$$

5.2. Определение неприкосновенного запаса воды в баке водонапорной башни

$W_{н.з.}$ – объем неприкосновенного запаса воды, величина которого определяется в соответствии с п. 9.3 СП 8.13130.2020 из выражения:

$$W_{нз} = W_{нз.пож}^{10мин} + W_{нз.х-п}^{10мин}$$

Первое слагаемое $W_{нз.пож}^{10мин}$ – запас воды, необходимый на 10-ти минутную продолжительность тушения одного наружного и одного внутреннего пожара; второе слагаемое $W_{нз.х-п}^{10мин}$ – запас воды на 10 минут, определяемый по максимальному расходу воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Объем воды для хозяйственно–питьевых нужд и для целей пожаротушения может быть определен таким образом:

$$W_{хоз} = Q_{хоз} \cdot \tau = Q_{хоз} \cdot \frac{10 \cdot 60}{1000} = 0{,}6 \cdot Q_{хоз}, м^3$$

это для $Q_{хоз}$ в л/с и при $\tau = 10 мин.$

$$W_{пож} = Q_{пож} \cdot \tau = Q_{пож} \cdot \frac{10 \cdot 60}{1000} = 0{,}6 \cdot Q_{пож}, м^3$$

это для $Q_{пож}$ в л/с при $\tau = 10 мин.$

Так как наибольший расчетный расход воды требуется на тушение одного пожара на предприятии, то

$$W_{пож} = Q_{пож} \cdot \tau = \frac{(30+10) \cdot 10 \cdot 60}{1000} = 24 м^3$$

Согласно табл. 1.3:

$$W_{хоз} = Q_{хоз} \cdot \tau = \frac{4 \cdot 10 \cdot 60}{1000} = 2,4 м^3$$

Таким образом,

$$W_{нз} = 24 + 2,4 = 26,4 м^3$$

По приложению 3 данных методических указаний принимаем водонапорную башню (номер типового проекта 901-5-33.85) высотой 30 м с баком емкостью 30 м^3.

6. Расчет неприкосновенного запаса воды в резервуаре чистой воды

Резервуары чистой воды предназначены для регулирования неравномерности работы насосных станций I и II подъема и хранения неприкосновенного запаса воды на весь период пожаротушения

$$W_{р.ч.в.} = W_{рег} + W_{нз}$$

Регулирующая емкость резервуаров чистой воды может быть определена на основе анализа работы насосных станций в I и II подъема.

Режим работы НС-I обычно принимается равномерный, так как такой режим наиболее благоприятен для оборудования НС-I и сооружений для обработки воды. При этом НС-I, также как и НС-II, должна подать все 100 % суточного расхода воды в поселении. Следовательно, часовая подача воды НС-I составит 100/24=4,167 % от суточного расхода воды в поселении. Режим работы НС-II приведен в разделе 3.

Для определения $W_{рег}$ воспользуемся графоаналитическим способом. Для этого совместим графики работы НС-I и НС-II (рис. 6.1). Регулирующий объем в % от суточного расхода воды равен площади «а» или равновеликой ей сумме площадей «б».

$W_{рег} = (5 - 4{,}167)16 = 13{,}3\%$, или $W_{рег} = (4{,}167 - 2{,}5)5 + (4{,}167 - 2{,}5)3 = 13{,}3\%$

В рассматриваемом примере суточный расход воды составляет 12762 м^3, а регулирующий объем резервуара чистой воды будет равен:

$$W_{рег} = \frac{(12762 \cdot 13{,}3)}{100} = 1697\ м^3$$

Неприкосновенный запас воды (Wн.з.) в соответствии с п. 9.2 СП 8.13130.2020 определяется из условия обеспечения пожаротушения из наружных гидрантов и внутренних пожарных кранов, а также специальных средств пожаротушения (спринклеров, дренчеров и других аппаратов, не имеющих собственных резервуаров) и обеспечения максимальных хозяйственно-питьевых и производственных нужд на весь период пожаротушения.

Таким образом,

$$W_{нз} = W_{нз.пож} + W_{нз.х-п}$$

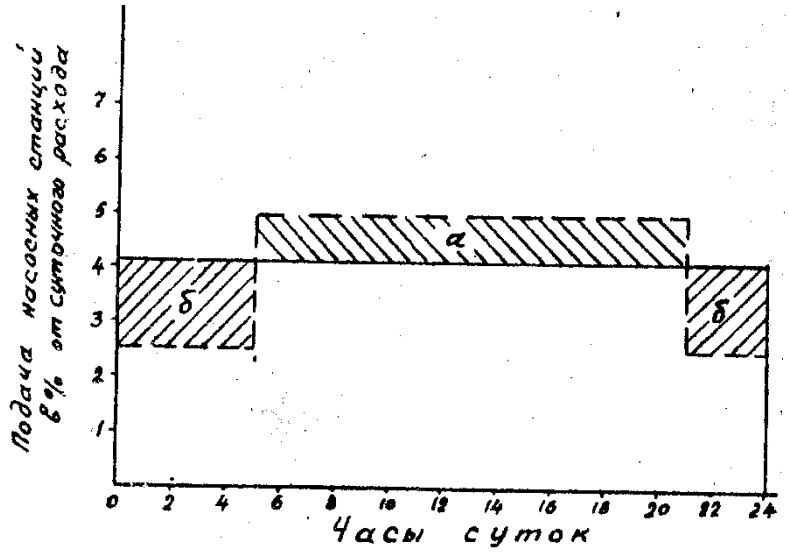


Рис. 6.1. Режим работы НС-II и НС-I

При определении объема неприкосновенного запаса воды в резервуарах допускается учитывать пополнение их водой во время тушения пожара, если подача воды в резервуары осуществляется системами водоснабжения I и II категории по степени обеспеченности подачи воды, т.е.

$$W_{нз} = (W_{нз.пож} + W_{нз.х-п}) - W_{нс-1}$$

В нашем примере:

$$W_{н.зпож} = \frac{Q_{пож} \cdot \tau \cdot 3600}{1000} = \frac{65 \cdot 3 \cdot 3600}{1000} = 702\,м^3$$

где $\tau_T = 3ч$ - расчетная продолжительность тушения пожара (п. 5.17 СП 8.13130.2020).

При определении $Q_{хоз\cdot пр}$. не учитываются расходы на поливку территории, прием душа, мытье полов и мойку технического оборудования на промышленном предприятии, а также расходы воды на поливку растений в теплицах, т. е. если эти расходы воды попали в час максимального водопотребления, то их следует вычесть из общего расхода воды. Если при этом $Q_{хоз.пр}$ окажется ниже, чем водопотребление в какой-либо другой час, когда душ не работает, то максимальный следует принимать в соответствии

со столбцом 10 табл. 1.3, приведенной на стр.20 данных методических указаний. В приведенном примере $Q^{'}_{пос.пр.} - Q_{душ} = 749{,}62 - 35 = 714{,}62 м^3/ч$, что меньше водопотребления в следующий час (т.е. с 8 до 9 ч) 743,03 м^3/ч. Поэтому при расчете неприкосновенного запаса на хозяйственно-питьевые нужды принимаем:

$$Q^{'}_{пос.пр} = 743.03 м^3 \text{ и } W_{нз.х-п} = Q^{'}_{пос.пр} T_t = 743.033 \cdot 3 = 2229 м^3$$

Во время тушения пожара насосы насосной станции подъема работают и подают в час 4,167 % суточного расхода воды, а за время τ_T будет подано $W_{н.з.1} = \dfrac{Q^{об}_{сут} 4{,}167\, \tau_T}{100} = \dfrac{12762 \cdot 4{,}167 \cdot 3}{100} = 1595 м^3$

Таким образом, объем неприкосновенного запаса воды будет равен:

$$W_{н.з} = (702 + 2229) - 1595 = 1336 м^3$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{р.ч.в.} = 1697 + 1336 = 3033 м^3$$

Согласно п. 9.5 СП 8.13130.2020 общее количество резервуаров должно быть не менее двух, причем, уровни НЗ должны быть на одинаковых отметках, при выключении одного резервуара в остальных должно храниться не менее 50% НЗ, а оборудование резервуаров должно обеспечивать возможность независимого включения и опорожнения каждого резервуара.

Принимаем два типовых резервуара объемом 1600м^3 каждый. Номер проекта 901-4-66.83 (приложение 4 данных методических указаний).

7. Гидравлический расчет внутреннего объединенного хозяйственно-производственного и противопожарного водопровода производственного здания

В этой части курсового проекта необходимо решить следующие задачи противопожарного водоснабжения:

1. Определить минимальные расходы воды на внутреннее пожаротушение.
2. Выбрать диаметры внутренних пожарных кранов, насадков пожарных стволов.
3. Обосновать выбор тупиковой или кольцевой системы внутреннего водопровода (разводку магистралей принять нижнюю).
4. Произвести размещение внутренних пожарных кранов.
5. Выполнить гидравлический расчет внутреннего водопровода.
6. Выбрать тип пожарных насосов, если в результате расчета установлена необходимость их использования.
7. На листах **миллиметровой** бумаги **формата А4** необходимо выполнить четыре схемы:

- расчетную схему внутреннего водопровода;
- план здания с размещением внутренних пожарных кранов (в масштабе с обязательным указанием размеров и значений, полученных в результате расчетов);
- схему определения радиуса действия пожарного крана (в масштабе с обязательным указанием размеров и значений, полученных в результате расчетов);
- схему внутреннего водопровода (с повысительными насосами или без повысительных насосов, по результатам проведенного расчета).

7.1. Проектирование систем внутреннего водопровода

Системы внутреннего водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного) устраивают с целью обеспечения

водой производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, оборудуемых соответствующими системами канализации. Системы внутреннего водопровода включают: вводы, водомерные узлы, стояки, магистральную и разводящую сети с подводками к санитарным приборам или технологическим установкам, водоразборную и регулирующую арматуру.

В зависимости от назначения, местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода могут входить насосные установки и водонапорные баки, резервуары и другие сооружения, расположенные как внутри здания, так и около него. Выбор системы внутреннего водопровода следует производить в зависимости от технико-экономической целесообразности, санитарно-гигиенических и противопожарных требований, а также с учетом принятой системы наружного водопровода и требований технологии производства.

Гидравлический расчет внутренних водопроводов проводят в следующем порядке:

1. Определяют минимальные расходы воды Q_{min}, и число струй на пожаротушение по табл. 7.1 и 7.2 СП 10.13130.2020.

2. Определяют напоры у внутренних пожарных кранов $H_{пк}$, которые должны обеспечить получение компактных пожарных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части здания. Наименьшую высоту и радиус действия компактной части пожарной струи $R_к$ следует принимать равным высоте помещений, считая от пола до наивысшей точки перекрытия (покрытия), но не менее нормативных величин (п. 7.15 СП 10.13130.2020).

Требуемый радиус компактной части струи $Rк$ (рис. 7.1.):

$$R_к = \frac{(T - 1{,}35)}{\sin \alpha},$$

где T - высота помещения; α - угол наклона радиуса действия компактной части струи, практика тушения пожаров внутри зданий показывает, что в большинстве случаев α = 45° ÷ 70°.По величине радиуса действия компактной струи *Rк* для выбранного диаметра пожарного крана и насадка по табл. 7.3 СП 10.13130.2020 находят действительный расход (он не должен быть менее нормативного) пожарной струи и требуемый напор у пожарного крана $H_{пк}$ при соответствующей длине пожарного рукава *lp*.

3. Размещение пожарных кранов и их оборудование. Внутренние пожарные краны устанавливают на высоте 1,35 м над полом помещения преимущественно у входов, на площадках отапливаемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах и других наиболее доступных местах. Каждый пожарный кран должен быть снабжен пожарным рукавом одинакового с ним диаметра длиной 10, 15 или 20 м, пожарным стволом и размещаться в опломбированном шкафчике. В одном здании следует применять стволы с насадками одного диаметра и пожарные рукава одного диаметра.

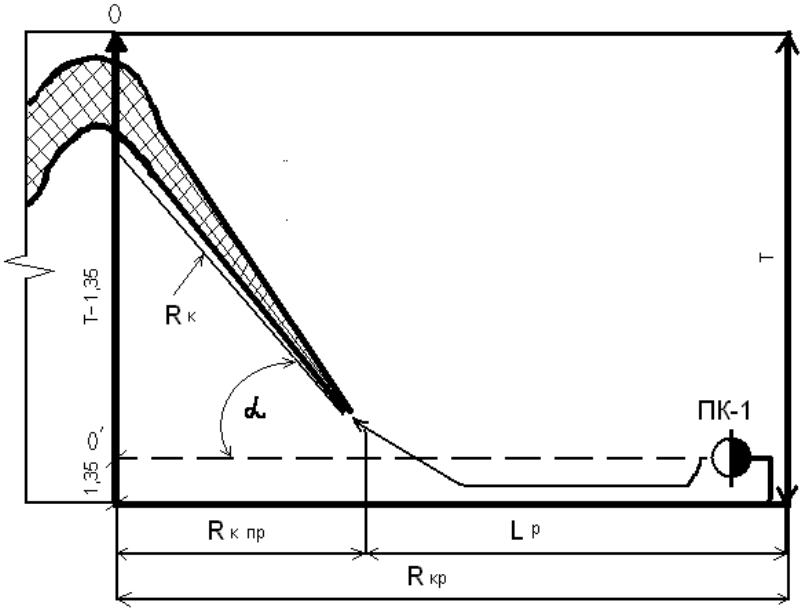


Рис. 7.1. Определение радиуса компактной части струи R_k и радиуса действия пожарного крана $R_{кр}$

Для получения пожарных струй с расходом воды до *4·л/с* следует применять пожарные краны и рукава диаметром *50 мм*, для получения пожарных струй большей производительности – диаметром *65 мм*.

Для обеспечения условий орошения помещения пожарные краны должны устанавливаться на расстоянии (рис. 7.2), равном

$$L_{кр} = k\sqrt{\left(\sqrt{R_k^2 - (T - 1{,}35)^2} + l_p\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2},$$

где $L_{кр}$ - расстояние между пожарными кранами; k - коэффициент, учитывающий условия орошения и принимаемый равным: $k=1$ - при орошении каждой точки помещения двумя струями; $k=2$ - при орошении каждой точки помещения одной струёй; R_k - радиус действия компактной части струи; l_p - длина пожарного рукава; B - ширина здания; T - высота помещения; 1,35 - высота расположения пожарного ствола. Зная необходимое расстояние между пожарными кранами, определяют их количество.

4. Составление аксонометрической схемы. Трассировка водопроводной сети может осуществляться по схеме с нижней и верхней разводкой магистралей при вертикально расположенных стояках. Наиболее распространенными являются схемы с нижней разводкой. Такую трассировку сети применяют в жилых, общественных зданиях и промышленных цехах. В этом случае магистраль прокладывается под потолком подвала или под полом первого этажа в специальных каналах. Стояки прокладывают открыто или скрыто по стенам, в панелях и т. д.

Системы внутренних водопроводов холодной воды следует принимать тупиковыми, если допускается перерыв в подаче воды при числе пожарных кранов до 12. Кольцевые сети (число пожарных кранов 12 и более) должны быть присоединены к наружной водопроводной сети не менее чем двумя вводами.

В соответствии с трассировкой трубопроводов (места установки пожарных кранов и стояков хозяйственно-питьевого и производственного водопотребления) составляют аксонометрическую схему водопроводной сети и намечают на ней расчетные участки, а также расчетные направления движения воды. При этом за расчетный участок принимают отрезок сети, в пределах которого величина расхода не изменяется; каждый стояк (распределительная сеть) считается одним расчетным участком. За расчетное направление принимают направление движения воды от ввода до самого удаленного и высоко расположенного пожарного крана (диктующая точка).

5. Определяют расходы воды по расчетным участкам с приборами хозяйственно-питьевого или производственного назначения по формулам, сосредотачивая эти расходы в точках присоединения распределительной сети к магистрали.

6. Производится предварительное распределение сосредоточенных расходов по участкам магистральной сети.

7. Задаются диаметрами труб для пропуска расчетных расходов воды с учетом допустимых экономических скоростей.

В водопроводных сетях скорости движения воды не должны превышать *1,5 -2,0 м/с*. Диаметры труб могут быть определены по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\upsilon}}$$

8. Производится расчет магистральной сети. Кольцевую сеть рассчитывают по обычным правилам при условии отключения одного из вводов. Потери напора подсчитываются по формуле $h=AlQ^2$.

9. Подбирают водомер (счетчик холодной воды). Водомеры необходимо подбирать на максимальный расчетный расход воды (с учетом пожарного расхода). Водомер считается подобранным правильно, если

потери напора при пропуске расходов воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды не превышают в крыльчатых счетчиках холодной воды 5,0 м, турбинных -2,5 м и при пожаре -10 м (п.12.15[5]). Потери напора в водомерах определяются по формуле: $H=SQ^2$: где S - гидравлическое сопротивление счетчика, Q - расчетный расход.

10. Определяют потери напора в пожарном стояке, на вводе и по всей длине расчетного направления.

11. Вычисляют требуемый напор у ввода по формуле

$$H_{тр.пож} = k(h_c+h_{вв}) + h_{вод.} + H_{св} + \Delta Z,$$

где h_c - потери напора в сети внутреннего водопровода; $H_{вв}$ - потери напора на вводе; $h_{вод.}$, - потери напора на водомере; $H_{св}$ - свободный напор в диктующей точке водопроводной сети; ΔZ - разность отметок наиболее высоко расположенного водоразборного устройства (пожарного крана) и ввода; k - коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления.

12. Производят выбор схемы внутреннего водопровода.

Возможны следующие системы внутреннего водопровода по способу создания напора в них: без повысительных установок; с повысительными насосами; с водонапорным баком и насосами; с пневматической установкой; с запасным резервуаром.

Внутренний водопровод, действующий без повысительных установок под напором наружного водопровода (рисунок 7.2), устраивают в том случае, когда напор в наружном водопроводе всегда достаточен для подачи необходимого количества воды к наиболее удаленным и высоко расположенным хозяйственным кранам 1 в обычное время работы водопровода и для создания расчетных пожарных струй из наиболее удаленных и высоко расположенных пожарных кранов 2 при работе водопровода во время пожара, т.е.

$$H_{тр.хоз} < H_г > H_{тр.пож}.$$

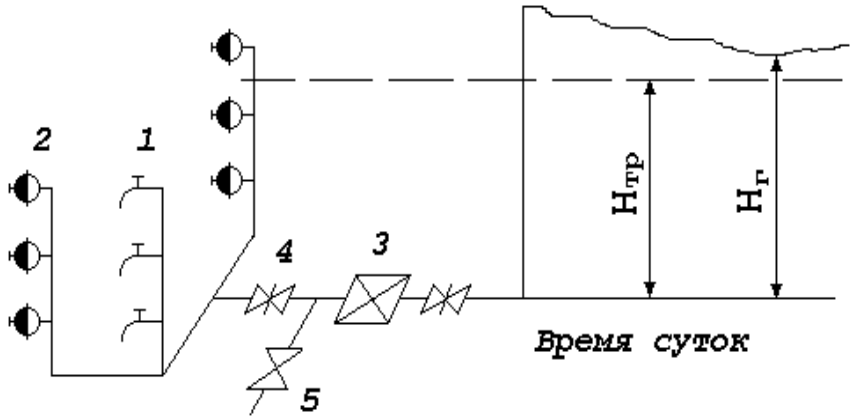


Рисунок 7.2 - Схема водопровода без повысительных установок

Эта схема является наиболее простой и распространенной.

Ввод в этих случаях оборудуется водомером *3*, задвижками *4* для отключения водопроводной сети при ремонте водомера и сливным краном *5* для подсоединения контрольного водомера.

Водопровод с пожарным насосом-повысителем (рисунок 7.3) устраивается в тех случаях, когда гарантированный напор в наружной сети меньше, чем напор, необходимый для работы пожарных кранов, но больше напора, необходимого для нормальной работы хозяйственных приборов, т.е.

$$H_{\text{тр.хоз}} < H_{\text{г}} < H_{\text{тр.пож}}.$$

В обычное время вода поступает от наружной сети во внутреннюю сеть через водомер, минуя пожарный насос, так как задвижка *3* закрыта.

В случае пожара приводится в действие пожарный насос *2*. Пуск насоса осуществляется дистанционно от кнопки, установленной в шкафчике каждого пожарного крана. Одновременно с включением электродвигателя происходит открытие электрозадвижки *3* на обводной линии. При этом пожарный насос должен обеспечить подачу расчетного расхода воды, равного сумме максимального хозяйственного и пожарного расхода, т.е.

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}.$$

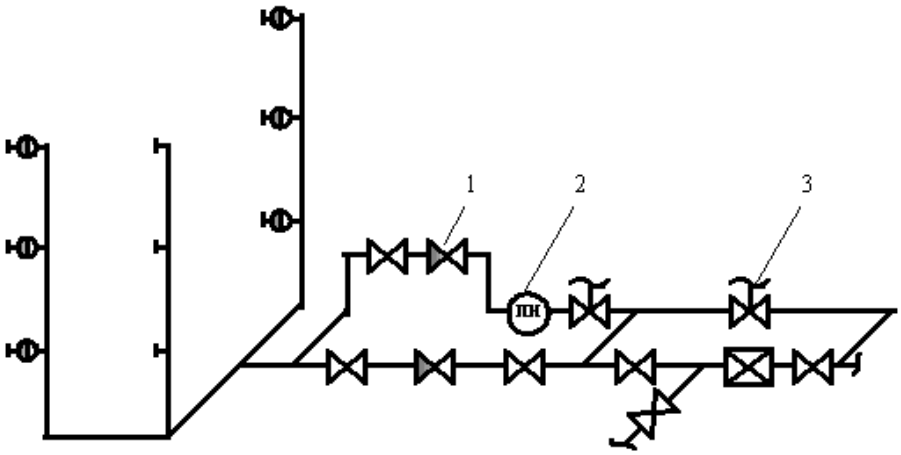


Рисунок 7.3 - Схема водопровода с насосами-повысителями

7.2. Пример гидравлического расчета внутреннего объединенного хозяйственно-производственного и противопожарного водопровода производственного здания

Рассчитать объединенный хозяйственно-производственный противопожарный водопровод двухэтажного производственного здания V степени огнестойкости с категорией здания В с высотой 14 м и размерами в плане 180х60 м (объем 151200 м^3). На хозяйственно-питьевые и производственные нужды вода подается по двум стоякам с расходом *q=4 л/с.* Гарантированный напор в наружной сети 20 м.

1. Определяем нормативный расход и число пожарных струй по табл.7.2.СП 10.13130.2020. На внутреннее пожаротушение в производственном здании высотой до 50 м требуется 2 струи по 5·л/с:

$$Q_{вн} = 2 \cdot 5 \text{ л/с.}$$

2. Определим требуемый радиус компактной части струи при угле наклона струи α=60°, так как общая высота здания 14 м, то высота помещения составляет 7 м.

$$R_к = \frac{T - 1{,}35}{\sin \alpha} = \frac{7 - 1{,}35}{\sin 60^0} = 6{,}5 м$$

Водопроводная сеть должна оборудоваться пожарными кранами диаметром 65 мм со стволами, имеющими насадки 19 мм, и рукавами длиной 20 м. При этом в соответствии с табл. 7.3 СП 10.13130.2020 действительный расход струи будет равен **5,2·л/с**, напор у пожарного крана **19,9 м**, а компактная часть струи ***$R_к$=12 м***, так как наименьшую высоту и радиус действия компактной части пожарной струи следует принимать равными высоте помещения (здание общей высотой 14 м, двухэтажное), но не менее 6 м в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий высотой до 50 м (п.7.15, СП 10.13130.2020).

3. Определение радиуса действия пожарного крана.

Радиус действия пожарного крана определяется как сумма длины рукава и проекции радиуса компактной части струи (рис. 7.1).

$$R_{кр} = L_р + R_{к.пр}$$

Проекция радиуса компактной части струи рассчитывается как:

$$R_{к.пр} = R_к \cdot \cos\alpha ;$$

угол α принимается $\alpha = 60^0$

Следовательно, формула для определения радиуса компактной части струи принимает вид:

$$R_{кр} = L_р + \frac{R_к}{2}$$

В соответствии с табл.7.3, п.7.14 СП 10.13130.2020 $R_к = 12м$

$$R_{кр} = L_р + \frac{R_к}{2} = 20 + \frac{12}{2} = 26м$$

На основании полученных расчетных значений выполняется рисунок по примеру рис.7.1, с указанием всех величин.

4. Определим расстояние между пожарными кранами с учетом ширины здания и из условия орошения каждой точки помещения двумя струями:

$$L_{кр} = k\sqrt{\left(\frac{R_к}{2} + l_р\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{12}{2} + 20\right)^2 - \left(\frac{30}{2}\right)^2} = 21{,}2 м$$

5. По найденным $R_к$ и $L_{кр}$ определяем количество пожарных кранов.

При сложной планировке помещений и из экономической целесообразности количество пожарных кранов $n_{ПК}$ определяется графически по $R_{кр}$ также с учетом орошения каждой точки помещения расчетным количеством струй

Если по расчету определено 12 и более пожарных кранов, то согласно п. 8.4 СП 30.13330.2020 следует предусматривать два ввода, которые согласно п. 8.3 СП 30.13330.2020 должны быть присоединены к различным участкам наружной кольцевой сети. Пример размещения пожарных кранов и вводов приведен на рисунке 7.4 .

Найденное $n_{ПГ}$ пронумеровать и в масштабе разместить на внутренней водопроводной сети с учетом орошения каждой точки помещения расчетным количеством струй.

Данную схему необходимо выполнить в соответствии с полученными расчетными значениями, в масштабе, с указанием размеров на миллиметровой бумаге.

6. Составим аксонометрическую схему водопроводной сети (рис. 7.5), наметив на ней расчетные участки. Как видно, за расчетное направление следует принять направление от точки 0 до ПК-10 (расчет проводится при отключении второго ввода).

7. Сосредоточиваем полученные величины расходов воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды в точках присоединения хозяйственных стояков к магистральной сети, т.е. в точках 1 и 4, $q_1=q_4=q/2=4/2=2$ *л/с.*

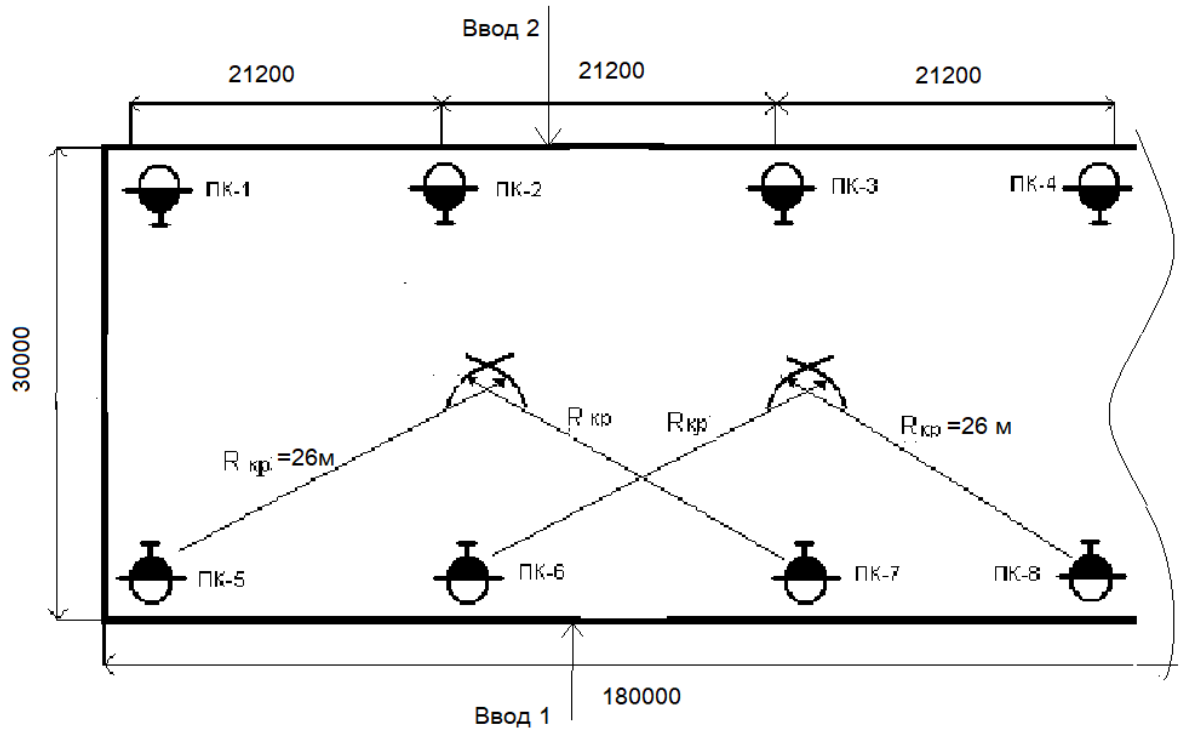


Рис. 7.4. Размещение пожарных кранов из условия орошения каждой точки помещения двумя струями.

8. Распределим сосредоточенные расходы по участкам магистральной сети, как показано на рис. 7.5, принимая за точку схода точку 3.

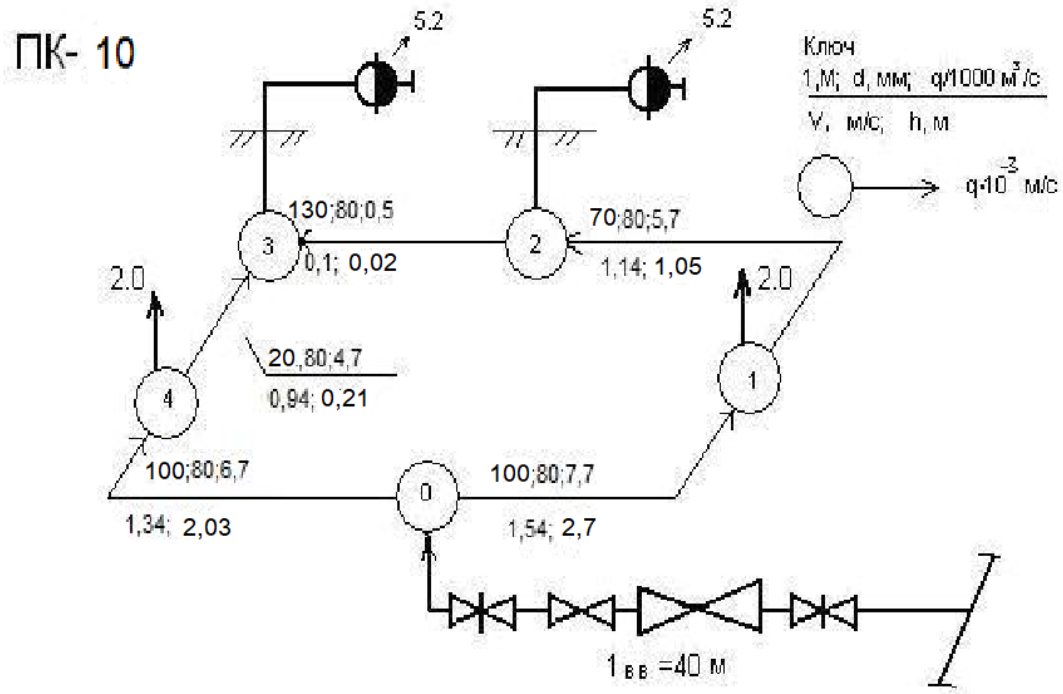


Рис. 7.5. Расчетная схема внутреннего водопровода.

Схема по примеру, приведенному на рисунке 7.5, выполняется без масштабирования.

9. Определим диаметры труб. Для определения диаметров труб магистральной сети воспользуемся формулой

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

где $v = 1{,}5 м/с$.

Диаметр труб на участке 0-1 с максимальным расходом 7,7·л/с.

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 7{,}7 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 1{,}5}} = 0{,}081 м = 81 мм$$

Диаметр труб для вводов:

$$d_{вв} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14{,}4 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 1{,}5}} = 0{,}110 м = 110 мм$$

Принимаем трубы стальные диаметром 80 мм для магистральной сети и трубы чугунные диаметром 100 мм для вводов (приложение 10).

10. Производим расчет кольцевой магистральной сети. Потери напора определяем по формуле: $h = \sigma A l q^2$,где δ - поправочный коэффициент, учитывающий неквадратичность зависимости потерь напора от средней скорости движения воды (приложение 9); А - удельное сопротивление труб (приложение 10); *l* - длина участка водопровода, м (длины участков определяются исходя из периметра здания, длина и ширина здания указаны в табл. 1.2); *Q* - расход воды, м^3/с.

Результаты вычислений сводим в табл. 7.1.

Как следует из таблицы 7.1, средние потери напора в сети равны:

$$h_{ср} = \frac{\sum h_1 + \sum h_2}{2} = \frac{3{,}77 + 2{,}24}{2} = 3 м$$

11. Определяем потери напора в водомере при пропуске расчетного расхода (с учетом пожарного) $Q_{расч} = 14{,}4 \cdot 10^{-3}$ *м^3/с=14,4 л/с*. Сопротивление водомера принять 0,00264. Потери напора в нем будут равны:

$h_{вод}=SQ^2_{расч}=0,00264\cdot(14,4)^2=0,55м$, что меньше допустимой величины 2,5 м (п.12.15 табл. 3 [5]).

12. Определим потери напора в пожарном стояке и на вводе:

$$h_{ст}=A_{65}\, l_{ст}\, Q^2_{ст} = 2292\cdot 9,55(5,2\cdot 10^{-3})^2 = 0,6 \text{ м};$$

$$h_{вв}=A_{100}\, l_{вв}\, Q^2_{расч} = 311,7\cdot 42,5(14,4\cdot 10^{-3})^2=2,75 \text{ м}.$$

$l_{ст}$ и $l_{вв}$ определяются с учетом исходных данных для проектирования.

Тогда потери напора в сети на расчетном направлении 0 - ПК-10:

$$h_c=h_{ср}+h_{ст}=3+0,6=3,6 \text{ м}$$

Таблица 7.1

Направления	Участки	$l, м$	d, мм	A	$q\cdot 10^{-3}$, $м^3/с$	V, м/с	$h=Alq^2$	σ	$h=\sigma Alq^2$
0-1-2-3	0-1	100	80	454,3	7,7	1,54	2,7	1,00	2,7
	1-2	70	80	454,3	5,7	1,14	1,03	1,02	1,05
	2-3	130	80	454,3	0,5	0,1	0,015	1,42	0,02
$\sum h_{\text{I}} = 3,77м$									
0-4-3	0-4	100	80	454,3	6,7	1,34	2,03	1,00	2,03
	4-3	20	80	454,3	4,7	0,94	0,2	1,04	0,21
$\sum h_{\text{II}} = 2,24м$									

Определим требуемый напор на вводе:

$$H_{тр.пож} = 1,2h_c+h_{вв}+h_{вод.} + H_{св} + \Delta Z,$$

где $\Delta Z= 2,5+7+1,35= 10,85 м;$

$$H_{тр.пож}=1,2\cdot 3,6+2,75+0,55+19,9+10,85=38,4м.$$

Так как величина гарантированного напора, равная 20 м, меньше величины требуемого напора, то необходимо установить насос, обеспечивающий создание напора:

$$H_н=H_{тр.пож}-H_г=38,4-20=18,4 \text{ м}$$

Принимаем по каталогу или по прил. 5 насосы марки К 20/30(2К-6).

Следовательно, водопровод должен быть устроен по схеме с пожарными насосами - повысителями.

По результатам расчета, в зависимости от соотношения величин требуемого и гарантированного напора, выполняется схема внутренней водопроводной сети, приведенная на рисунке 7.2, или на рисунке 7.3.

Приложение 1

Таблица 1. Распределение суточного расхода воды по часам суток, %

Часы суток	Расходы по населенным пунктам, при коэффициенте часовой неравномерности водопотребления											
	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	3,5	3,35	3,2	3,0	2,5	2,0	1.5	1,0	0,9	0,85	0,75	0,6
1-2	3,45	3,25	3,25	3,2	2,65	2,1	1.5	1,0	0,9	0,85	0,85	0,75
2-3	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1,0	0,9	0,85	1,0	1,2
3-4	3.4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1,0	1,0	1.0	1,0	2,0
4-5	3,4	3,25	3,3	3,5	3,2	2,85	2.5	2,0	1,35	2.7	3,0	3,5
5-6	3,55	3,4	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3,0	3,85	4,7	5,5	3,5
6-7	4,0	3,85	4,15	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,2	5,35	5,5	4,5
7-8	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6.5	6,2	5,85	5,5	10,2
8-9	5,0	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8
9-10	4,8	5,05	5,4	5.6	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4.2	3,5	6,5
10-11	4.7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5,0	5,5	6,0	4,1
11-12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5.7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5	4.1
12-13	4,55	4.6	4,5	4,4	4,6	4,8	5,0	7,0	7,5	7,9	8.5	3,5
13-14	4,45	4,55	4,3	4,1	4.4	4.7	5,0	7,0	6,7	6,35	6.0	3,5
14-15	4,6	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5,0	4,7
15-16	4,6	4,7	4,55	4,4	4.6	5,3	6,0	4,5	4,65	4,8	5,0	6,2
16-17	4,6	4,65	4,5	4,3	4.9	5,45	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	10,4
17-18	4,3	4,35	4,25	4,1	4,6	5,05	5,5	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4
18-19	4,35	4,4	4,45	4,5	4,7	4,85	5,0	6,5	6,3	6,2	6,0	7,3
19-20	4,25	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4.5	5,0	5,35	5,7	6,0	1,6
20-21	4,25	4,3	4,4	4,5	4,4	4,2	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	1,6
21-22	4,15	4,2	4,5	4,8	4,2	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0
22-23	3,9	3,75	4.2	4,6	3,7	2,85	2,0	2,0	2,0	2,0	2.0	0,6
23-24	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Приложение 1

Таблица 2. Расходы воды по отдельным зданиям

Часы суток	Расходы воды по отдельным зданиям							Расходы воды на предприятии	
	Жилые дома $К_ч$=2,9	Больницы, гостиницы $К_ч$=2,5	Общежития, интернаты $К_ч$=7,2	Бани, прачечные $К_ч$=1	Столовые $К_ч$=3	Детские сады $К_ч$=3,8	Фабрики-кухни $К_ч$=1,15	Холодные цеха $К_ч$=3	Горячие цеха $К_ч$=2,5
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0-1	0.6	0,2	0,15	-	-	-	4.5		
1-2	0,5	0,2	0,15	-	-	-	4,5		
2-3	1.2	0,5	0,15	-	-	-	3,8		
3-4	0,5	0,2	0,15	-	-	-	3,8		
4-5	0,4	0,5	0,15	-	-	-	3,6		
5-6	2,0	0,5	0,25	-	-	-	3,7		
6-7	8,0	3.0	0,3	-	12,0	5,0	4.0		
7-8	11,0	5,0	30	-	3,0	3,0	4.0		
8-9	11,0	8,0	6,8	6,25	1.0	15,0	3,0	0	
9-10	7,5	10,0	4.6	6,55	18	5,5	4,9	6,25	
10-11	2,5	6,0	3,6	6,25	18	3.4	4,6	6,25	
11-12	5,0	10,0	2.0	6,25	2,0	7,4	4,0	6,25	
12-13	8,0	10.О	3,0	6,25	1,0	21,0	4,0	18,75	
13-14	5,0	6,0	3,0	6.25	1,0	2,8	4,8	37,6	
14-15	2,0	5,0	3,0	6,25	4,0	2,4	4,8	6,25	8,12
15-16	2,0	8,5	3,0	6,25	4,0	4,5	4.0	6,25	8.12
16-17	3,0	5,5	4,0	6,25	4,0	4,0	4,5	12.5	12,5
17-18	3,0	5,0	3,6	6.25	6,0	16.0	4.0		
18-19	12,0	5,0	3,3	6,25	3,0	3.0	4,7		
19-20	12,0	5,0	5,0	6,25	6,0	2,0	4,2		
20-21	0,5	2,0	2,6	6,25	7,0	2,0	4,1		
21-22	1.0	0,7	18,6	6.25	10,0	3,0	3.5		
22-23	1,0	З.О	1,6	6,25	-	-	4.3		
23-24	1,0	0,5	1.0	6,25	-	-	4,1		
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Приложение 2

Таблица 1. Предельные расходы, *л/с*, для металлических труб

Условный проход, мм	Стальные трубы			Чугунные трубы		
	При значениях экономического фактора $Э_с$			При значениях экономического фактора $Э_ч$		
	0,5	0,75	1,0	0,5	0,75	1,0
50	3,6	3,1	2,9	2,2	1,9	1,8
60	3,6-4,7	3,1-4,1	2,9-3,8	-	-	-
75	4,7-6,6	4,1-5,8	3,8-5,2	-	-	-
80	6,6-9,3	5,8-8,1	5,2-7,3	2,2-5,1	1,9-4,4	1,8-4
100	9,3-13,4	8,1-11,7	7,3-10,6	5,1-8,4	4,4-7,3	4-6,6
125	13,4-19	11,7-16,6	10,6-15,1	8,4-13,3	7,3-11,6	6,6-10,6
150	19-25	16,6-21,8	15,1-19,8	13,3-22,5	11,6-19,6	10,6-17,8
175	25-33,4	21,8-29,2	19,8-26,5	-	-	-
200	33,4-53	29,2-46	26,5-42	22,5-40,7	19,6-35,5	17,8-32,3
250	53-82	46-71	42-65	40,7-65,3	35,5-57	32,3-51,8
300	82-118	71-103	65-93	65,3-95,9	57-83,8	51,8-76
350	118-161	103-140	93-128	95,9-132	83,8-116	76-105
400	161-211	140-184	128-167	132-175	116-153	105-139
450	211-268	184-234	167-213	175-225	153-197	139-179
500	268-360	234-315	213-286	225-312	197-273	179-248
600	360-507	315-443	286-402	312-460	273-402	248-365
700	507-676	443-591	402-537	460-641	402-560	365-509
800	676-888	591-776	537-705	641-858	560-749	509-681
900	888-1130	776-987	705-896	858-1100	749-970	681-880
1000	1130-1528	987-1335	896-1213	1100-1532	970-1338	880-1216
1200	1528-2197	1335-1919	1213-1744	1532	1338	1216
1400	2197-2810	1919-2455	1744-2231			
1500	2810-3248	2455-2838	2231-2578			
1600	3248	2838	2578			

Приложение 2

Таблица 2. Предельные расходы, *л/с*, для неметаллических труб

Условный проход, мм	Асбестоцементные трубы			Пластмассовые трубы		
	При значениях экономического фактора $Э_с$			При значениях экономического фактора $Э_ч$		
	0,5	0,75	1,0	0,5	0,75	1,0
50	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
60	-	-	-	1,2-1,8	1,1-1,6	1,0-1,4
75	1,6-3,8	1,4-3,3	1,3-3,3	-	-	-
80	-	-	-	1,8-3	1,6-2,6	1,4-2,4
100	3,8-6,7	3,3-5,9	3-5,3	3-5,1	2,6-4,4	2,4-4
125	6,7-10,2	5,9-8,9	5,3-8,1	5,1-8,1	4,4-7	4-6,4
150	10,2-17,4	8,9-15,2	8,1-13,8	8,1-15,1	7-13,2	6,4-12
200	17,4-32,4	15,2-28,3	13,8-25,7	15,1-35,7	13,2-31,1	12-28,3
250	32,4-52,3	28,3-45,7	25,7-41,5	35,7-57,1	31,1-49,9	28,3-45,3
300	52,3-75,9	45,7-66,3	41,5-60,2	57,1	49,9	45,3
350	75,9-106	66,3-92,7	60,2-84,2	-	-	-
400	106-160	92,7-140	84,2-127	-	-	-
500	160	140	127	-	-	-

Приложение 3

Основные параметры водонапорных башен

Тип башни и номер типового проекта	Емкость бака, $м^3$	Высота башни до дна бака, м
Башни со сборным железобетонным стволом и стальным баком цилиндрической формы		
901-5-31.85	30	12;15;18;21;24; 25; 27;30
901-5-33.85	50	18;21;24; 25; 27;30
901-5-35.85	100	12;15;18;21;24;27;30
Бесшатровые кирпичные башни со стальным баком цилиндрической формы		
901-5-9/70	150	12;15;18;21;24;30;36
901-5-23/70	200	-//-
901-5-24/70	300	-//-
Железобетонные башни		
901-5-22/70	100	15;17,5;20;22,5;25;27,5;30;32,5; 35; 37,5;40
901-5-26/70	200	-//-
901-5-12/70	500	-//-
901-5-28/70	800	-//-

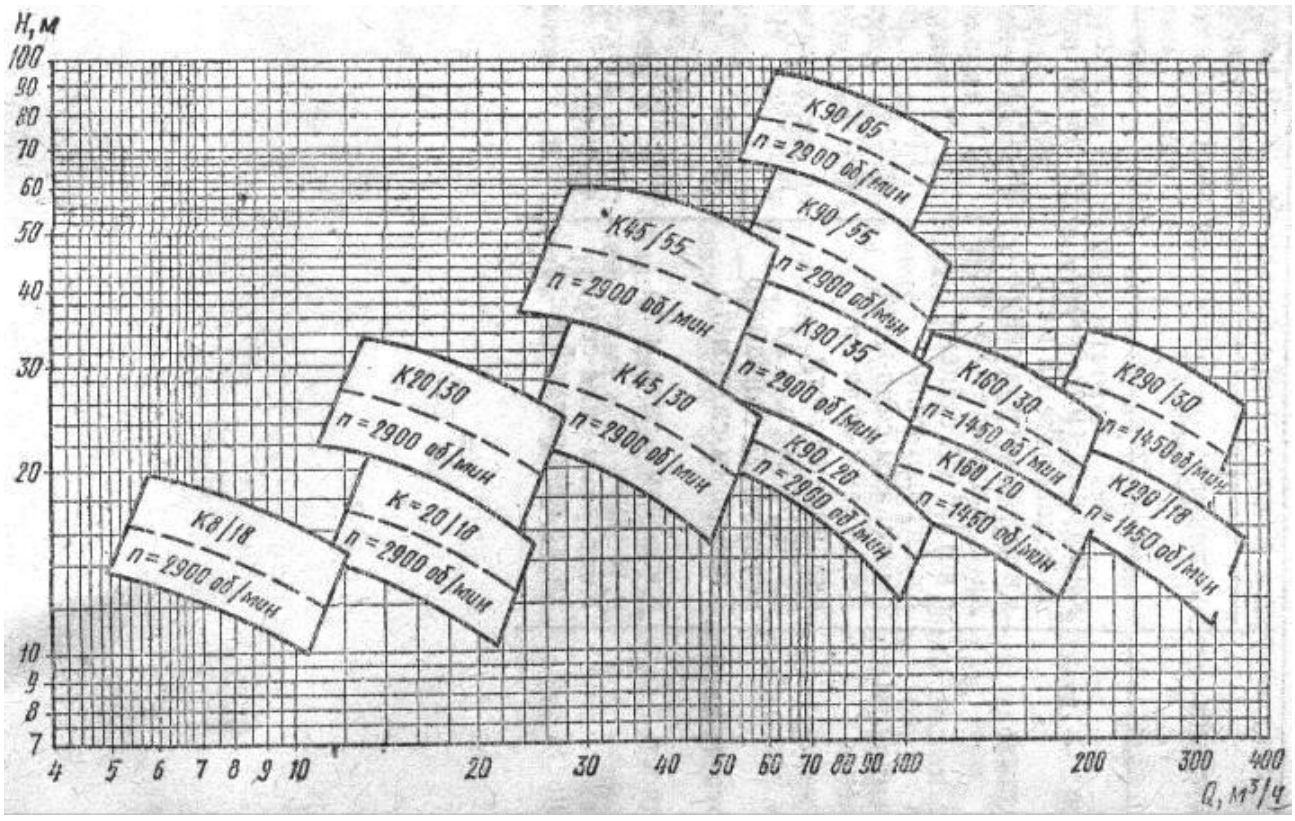
Приложение 4

Типовые прямоугольные подземные резервуары для воды из сборного железобетона

Номер проекта	Емкость, м^3	Длина, м	Ширина, м	Глубина, м
901-4-71.83	100;150;200;300	6;9;12;15	6	3,64
901-4-59.83	500;700;1000;1200	12;18;24;30	12	3,39
901-4-65.83	500;600;800;900;1000; 1200;1300;1400	12;15;18;21;24;27; 30;33	12	3,51
901-4-60.83	1400;1900;2400	18;24;30	18	4,64
901-4-66.83	1600;1800;2000;2400; 2600	18;21;24;27;30	18	4,72
901-4-61.83	2500;3200;3900	24;30;36	24	4,64
901-4-62.83	5000;6000;7000;8000; 9000;10000;11000	30;36;42;48;54;60;66	36	4,64
901-4-63.83	12000;13000;15000; 16000;18000;20000	48;54;60;66;72;78	54	4,64

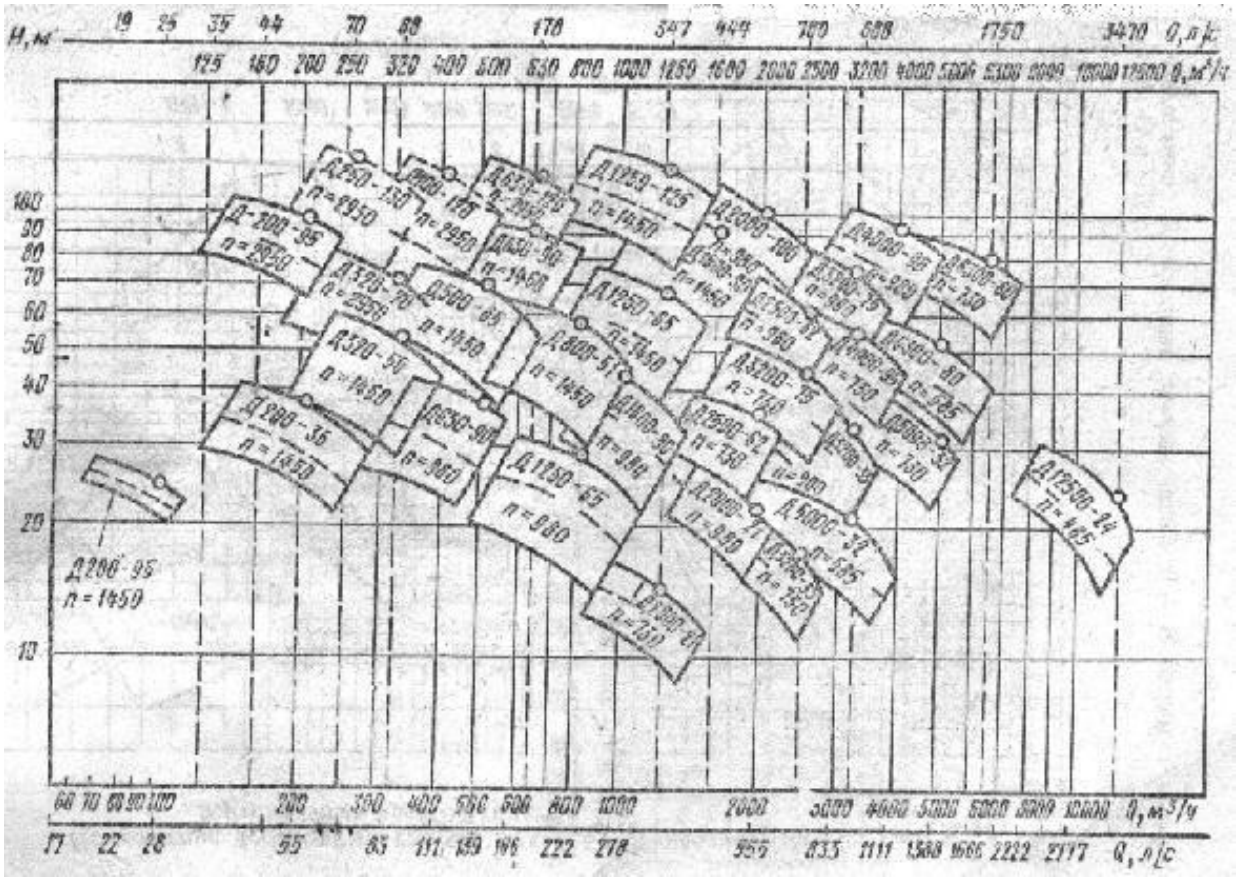
Приложение 5

Сводный график полей Q-H центробежных консольных насосов типа К и КМ



Приложение 6

Сводный график центробежных насосов двустороннего входа типа Д (НД)



Приложение 7

Габаритные размеры и диаметры патрубков центробежных консольных насосов типа К и КМ

Марка насоса	Габаритные размеры, мм			Диаметры патрубков, мм	
	Длина	Ширина	Высота от фундамента до оси насоса	Всасывающего	Нагнетательного
1	2	3	4	5	6
К 8/18(1,5К6)	585	240	235	40	32
К 20/18(2К-9)	563	240	235	50	40
К 20/30(2К-6)	587	273	235	50	40
К 45/30(3К-9)	723	308	275	80	50
К 45/55(3К-6)	1080	550	220	80	50
К 90/20(4К-18)	723	308	275	100	80
К 90/30(4К-12)	1270	600	355	100	70
К 90/55(4К-8)	1090	615	355	100	70
К 90/85(4К-6)	1270	615	355	100	70
К 160/20(6К-12)	1055	460	300	150	100
К 160/30(6К-8)	1090	460	300	150	100
К 290/16(8К-12)	1090	460	300	200	150
К290/30(8К-6)	1270	615	355	200	125

Приложение 8

Габаритные размеры и диаметры патрубков центробежных насосов двустороннего входа типа Д (НД)

Марка насоса	Габаритные размеры, мм			Диаметр патрубков, мм	
	Длина	Ширина	Высота от фундамента до оси насоса	Входного (всасывающего)	Нагнетательного
1	2	3	4	5	6
Д 200-36(5НДв-60)	1428	650	500	150	125
Д 200-95(4НДв-60)	1490	640	450	150	100
Д250-130	1490	640	450	150	100
Д 320-50(6НДв)	1625	760	550	200	150
Д 320-70(6НДс-60)	1700	740	555	200	150
Д 500-36	2100	850	515	250	150
Д 500-65(10Д-6)	2112	860	515	250	150
Д 630-90(8НДв)	2210	940	650	250	200
Д 800-28	2300	860	690	300	250
Д 800-57(12Д-9)	2300	860	690	300	250
Д 1250-14	2300	880	800	350	300
Д 1000-40	2300	880	800	300	250
Д 1250-65(12НДс)	2378	880	800	350	300
Д 1250-125(14Д-6)	2400	900	750	350	200
Д 1600-90(14НДс)	2500	950	870	400	350
Д 2000-21(16НДн)	2654	1400	940	500	400
Д 2000-100(20Д-6)	2930	1580	950	500	300
Д 2500-17	3050	1400	900	500	300
Д 2500-45	3050	1400	900	500	300
Д 2500-62(18НДс)	3070	1250	950	500	450
Д 3200-20	3150	1360	1000	600	500
Д 3200-33(20НДн)	3150	1360	1000	600	500
Д 3200-53	3500	1700	1050	600	500
Д 3200-75(20НДс)	3500	1700	1080	600	500
Д 4000-21	3600	1750	1100	700	600
Д 4000-95(22НДс)	3635	1800	1150	700	600
Д 5000-32(24НДс)	3670	1800	1170	800	600
Д 5000-50	3680	1800	1190	800	600
Д 6300-27(32Д-19)	3850	1800	1200	800	600
Д 6300-80(24НДс)	3940	2300	1200	800	600
Д 12500-24(48Д-22)	4500	2350	2000	1200	900

Приложение 9

Значение поправочного коэффициента δ

$v, м/с$	Значение δ для труб			$v, м/с$	Значение δ для труб		
	стальных и чугунных	асбестоце-ментных	пластмассо-вых		стальных и чугунных	асбестоце-ментных	пластмассо-вых
0,2	1,4	1,308	1,439	1,1	1,015	0,986	0,981
0,25	1,33	1,257	1,368	1,2	1	0,974	0,96
0,3	1,28	1,217	1,313	1,3	-	0,963	0,943
0,35	1,24	1,85	1,268	1,4	-	0,953	0,926
0,4	1,2	1,158	1,23	1,5	-	0,944	0,912
0,45	1,175	1,135	1,198	1,6	-	0,936	0,899
0,5	1,15	1,115	1,17	1,7	-	0,928	0,887
0,55	1,13	1,098	1,145	1,8	-	0,922	0,876
0,6	1,115	1,082	1,123	1,9	-	0,916	0,865
0,65	1,1	1,069	1,102	2,0	-	0,91	0,855
0,7	1,085	1,056	1,084	2,2	-	0,9	0,837
0,75	1,07	1,045	1,067	2,4	-	0,891	0,821
0,8	1,06	1,034	1,052	2,6	-	0,883	0,806
0,85	1,05	1,025	1,043	2,8	-	0,876	0,792
0,9	1,04	1,016	1,024	3,0	-	0,87	0,78
1,0	1,03	1	1				

Приложение 10

Таблица 1. Значения удельных сопротивлений (при $q_i, м^3/с$)
для стальных и чугунных труб

Условный проход *d*, *мм*	Трубы стальные	Трубы чугунные
50	3686	11540
60	2292	-
75	929,4	-
80	454,3	953,4
100	172,9	311,7
125	76,36	96,72
150	30,65	37,11
175	20,79	-
200	6,959	8,092
250	2,187	2,528
300	0,8466	0,9485
350	0,3731	0,4365
400	0,1859	0,2189
450	0,09928	0,1186
500	0,05784	0,06778
600	0,02262	0,02596
700	0,01098	0,01154
800	0,005514	0,005669
900	0,002962	0,003074
1000	0,001699	0,001750
1200	0,0006543	0,0006625
1400	0,0002916	-
1500	0,0002023	-
1600	0,0001437	-

Приложение 10

Таблица 2. Значения удельных сопротивлений (при $q_i, м^3/с$) для асбестоцементных труб

Условный проход *d, мм*	Трубы марок		
	ВТ-3, ВТ-6, ВТ-9	ВТ-12	ВТ-3, ВТ-6
50	6851	-	
75	835,3	-	
100	187,7	-	
125	76,08	-	
150	31,55	39,54	
200	6,898	8,632	
250	2,227	2,605	
300	0,914	1,083	
350	0,4342	0,5115	
400	0,2171	0,2579	
500	0,07138	0,08489	
600	-	-	0,02123
700	-	-	0,009536
800	-	-	0,00477
900	-	-	0,002588
1000	-	-	0,001498

Приложение 10

Таблица 3. Значения удельных сопротивлений (при $q_i, м^3/с$) для пластмассовых труб

Наружный диаметр, мм	Для $q, м^3/с$	Для $q, л/с$
16	12120000	12,12
20	2695000	2,695
25	757600	0,7576
32	204800	0,2048
40	65350	0,06535
50	20230	0,02023
63	6051	0,006051
75	2431	0,002431
90	926,9	0,0009269
110	323,9	0,0003239
140	92,47	0,00009247
160	45,91	0,00004591
225	5,069	0,000005069
280	1,308	0,000001308
315	0,7082	0,0000007082

Приложение 11

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

1. Потери напора в трубопроводах систем подачи и распределения воды вызываются гидравлическим сопротивлением труб и стыковых соединений, а также арматуры и соединительных частей.

2. Потери напора на единицу длины трубопровода («гидравлический уклон») *i* с учетом гидравлического сопротивления стыковых соединений следует определять по формуле

$$i = (\lambda / d)(\upsilon^2 / 2g) = (A_1 / 2g)\left[(A_0 + C / \upsilon)^m / d^{m+1}\right]\upsilon^2, \qquad (1)$$

где λ -коэффициент гидравлического сопротивления, определяемый по формуле (2)

$$\lambda = A_1(A_0 + B_0 d / \mathrm{Re})^m / d^m = A_1(A_0 + C / \upsilon)^m / d^m, \qquad (2)$$

где *d* - внутренний диаметр труб, м;

v - средняя по сечению скорость движения воды, м/с;

g - ускорение силы тяжести, м/с^2;

Re = *vd*/ν - число Рейнольдса; B_0 = *CRe/vd;*

ν - кинематический коэффициент вязкости транспортируемой жидкости, м^2/с.

Значения показателя степени *m* и коэффициентов A_0, A_1 и *C* для стальных, чугунных, железобетонных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных труб должны приниматься, как правило, согласно табл. 1.

Таблица 1

№ п.п.	Вид труб		*m*	A_0	1000 A_1	1000 (A_1/2g)	*C*
1	Новые стальные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием		0,226	1	15,9	0,810	0,684
2	Новые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием		0,284	1	14,4	0,734	2,360
3	Неновые стальные и неновые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	$v < 1,2$ м/с	0,30	1	17,9	0,912	0,867
		$v \geq 1,2$ м/с	0,30	1	21,0	1,070	0
4	Асбестоцементные		0,19	1	11,0	0,561	3,51

5	Железобетонные виброгидропрессованные	0,19	1	15,74	0,802	3,51
6	Железобетонные центрифугированные	0,19	1	13,85	0,706	3,51
7	Стальные и чугунные с внутренним пластмассовым или полимерцементным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	0,19	1	11,0	0,561	3,51
8	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом набрызга с последующим заглаживанием	0,19	1	15,74	0,802	3,51
9	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	0,19	1	13,85	0,706	3,51
10	Пластмассовые	0,226	0	13,44	0,685	1
11	Стеклянные	0,226	0	14,61	0,745	1

Примечание. Значение C дано для $\nu = 1{,}3 \cdot 10^{-6}$ м^2/с (вода, t = 10 °С).

Эти значения соответствуют современной технологии их изготовления.

Если гарантируемые заводом-изготовителем значения A_0, A_1 и C отличаются от приведенных в табл. 1, то они должны указываться в ГОСТ или технических условиях на изготовление труб.

3. При отсутствии стабилизационной обработки воды или эффективных внутренних защитных покрытий гидравлическое сопротивление новых стальных и чугунных труб быстро возрастает. В этих условиях формулы для определения потерь напора в новых стальных и чугунных трубах следует использовать только при проверочных расчетах в случае необходимости анализа условий работы системы подачи воды в начальный период ее эксплуатации.

Стальные и чугунные трубы следует, как правило, применять с внутренними полимер-цементными, цементно-песчаными или полиэтиленовыми защитными покрытиями. В случае их применения без таких покрытий и отсутствия стабилизационной обработки к значениям A_1 и C по табл. 1 и значению K по табл. 2 следует вводить коэффициент (не более 2), величина которого должна быть обоснована данными о возрастании потерь напора в трубопроводах, работающих в аналогичных условиях.

4. Гидравлическое сопротивление соединительных частей следует определять по справочникам, гидравлическое сопротивление арматуры - по паспортам заводов-изготовителей.

При отсутствии данных о числе соединительных частей и арматуры, устанавливаемых на трубопроводах, потери напора в них допускается учитывать дополнительно в размере 10 - 20 % величины потери напора в трубопроводах.

5. При технико-экономических расчетах и выполнении гидравлических расчетов систем подачи и распределения воды на ЭВМ потери напора в трубопроводах рекомендуется определять по формуле

$$i = Kq^n / d^p, \qquad (3)$$

где q - расчетный расход воды, л/с;

d - расчетный внутренний диаметр труб, м.

Значения коэффициента K и показателей степени n и p следует принимать согласно табл. 2.

Таблица 2

№ п.п.	Вид труб	1000 K	p	n
1	Новые стальные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,790	5,1	1,9
2	Новые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,790	5,1	1,9
3	Неновые стальные и неновые чугунные без внутреннего защитного покрытия или с битумным защитным покрытием	1,735	5,3	2
4	Асбестоцементные	1,180	4,89	1,85
5	Железобетонные виброгидропрессованные	1,688	4,89	1,85
6	Железобетонные центрифугированные	1,486	4,89	1,85
7	Стальные и чугунные с внутренним пластмассовым или полимерцементным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,180	4,89	1,85
8	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом набрызга с последующим заглаживанием	1,688	4,89	1,85
9	Стальные и чугунные с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования	1,486	4,89	1,85
10	Пластмассовые	1,052	4,774	1,774
11	Стеклянные	1,144	4,774	1,774

Литература

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Справочная правовая система КонсультантПлюс. http://Consultant.ru/.

2. Абросимов Ю.Г. Противопожарное водоснабжение: учебник / Ю.Г. Абросимов, В.В. Жучков, Ю.А. Мышак, А.А. Пименов, Ю.Л. Карасёв, В.Д. Фоменко – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. –310 с.

3. Напорно-регулирующие емкости. Методические рекомендации к решению задач: / Карама Е.А., Бараковских С.А. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2010. - 41 с.

4. СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;

5. СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий;

6. Свод правил СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности».

7. Свод правил СП 10.13130.2020 Системы противопожарной защиты Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования.

8. Внутренний противопожарный водопровод: / Л.М. Мешман, В.А. Былинкин, Р.Ю. Губин, Е.Ю. Романова / Под общ.ред. Н.П. Копылова.- М.: ВНИИПО, 2010.-496 с.

9. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. /Справочное пособие. - М.: Стройиздат, 1984.

10. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3-х т./ М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова.- М.: изд. АСВ, 2004.-496 с.

Содержание

Введение……3
1. Задание на проектирование, отчетный материал и общие методические указания……3
1.1. Исходные данные для разработки проекта……3
1.2. Состав проекта и указания по его выполнению……6
1.3 Обоснование принятой схемы водоснабжения……..8
1.4. Определение водопотребителей и расчет требуемого расхода воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды поселения и предприятия……9
1.5. Пример расчета водопроводной сети……14
1.5.1. Расчет необходимых расходов воды для поселения и предприятия……..14
1.5.2. Определение расчетных расходов воды на пожаротушение……21
2. Определение расстояния между пожарными гидрантами.....24
2.1. Определение количества пожарных гидрантов, задвижек и их расстановка на сети….....26
3. Определение режима работы НС-.....30
4.Гидравлический расчет водоводов 34
5.Расчет водонапорной башни 36
5.1.Определение высоты водонапорной башни 36
5.2.Определение емкости бака водонапорной башни 37
6.Расчет резервуаров чистой воды 39
7. Гидравлический расчет внутреннего объединенного хозяйственно-производственного и противопожарного водопровода производственного здания.....41
7.1. Проектирование систем внутреннего водопровода……..41
7.2. Пример гидравлического расчета внутреннего объединенного хозяйственно-производственного и противопожарного водопровода производственного здания……...48
Приложения.....55
Литература.....69
Содержание……...71