МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа

Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

Чернавских Алексей Сергеевич

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки магистров
по направлению подготовки
08.04.01 «Строительство»
«Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий»

г. Владивосток
2018

Студент _____
подпись
«_____» _____ 20____г.

Руководитель ВКР
_____
(должность, ученое звание)
_____
_____
(подпись) (ФИО)
«_____»_____20___г.

«Допустить к защите»

Руководитель ОП _канд.техн.наук, доцент_
(ученое звание)
_____ И.А.Журмилова
(подпись) (и. о.ф)
«_____»_____ 20____г

Назначен рецензент _____
(ученое звание)
_____
(фамилия, имя, отчество)
_____
(подпись) (ФИО)
«_____»_____20___г.

Зав. кафедрой _канд.техн.наук, доцент_
(ученое звание)
_____ А.В. Кобзарь
(подпись) (и. о.ф)
«_____»_____ 20____г

Защищена в ГЭК с оценкой_____

Секретарь ГЭК
_____ Н.С. Ткач
подпись И.О.Фамилия
«_____» _____ 20____г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
Кафедра инженерных систем зданий и сооружений

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВКР

на выпускную квалификационную работу студента
Чернавских Алексея Сергеевича.
(фамилия, имя, отчество)

Направление (специальность) 08.04.01 Строительство (Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий) группа М3219б.

Руководитель ВКР кандидат технических наук, доцент, В.П. Черненков.
(ученая степень, ученое звание, и. о. фамилия)

На тему: «Особенности проектирования холодного и горячего водоснабжения высотных жилых зданий».

Дата защиты ВКР «6» июля 2018 г.

Работа представлена пояснительной запиской на 114 страниц, включая список литературы, и приложения, графической частью на 9 листах.

Актуальность представленной работы определяется Федеральным законом от 30.12.2009 N384-ФЗ "Технический регламент безопасности зданий и сооружений", устанавливающим требования к зданиям и их внутренним системам. В работе проведен анализ технических и конструктивных решений по системам холодного и горячего водопровода и системам пожаротушения высотных жилых зданий

На примере высотного жилого дома высотного жилого дома запроектированы системы холодного и горячего водопровода и пожаротушения, произведен подбор оборудования.

При выполнении выпускной квалификационной работы Чернавских Алексей Сергеевич проявила самостоятельность и инициативу в разработке темы, показала умение анализировать материал и решать практические задачи в области проектирования внутренних санитарно-технических систем.

Качество изложения материалов и оформление выпускной квалификационной работы выполнено в соответствии с требованиями.

Оригинальность текста ВКР составляет 88%.

Выпускная квалификационная работа заслуживает оценки **отлично**, а **Чернавских Алексей Сергеевич** присвоения квалификации магистра по направлению строительство.

Руководитель ВКР канд. техн. наук, доцент (уч. степень, уч. звание) _____ (подпись) В.П. Черненков (и. о. фамилия)

«04» июля 2018 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

Инженерная школа

Кафедры инженерных систем зданий и сооружений

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу студента(ки)
Чернавских Алексей Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)
направление (специальность) Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий
группа М3219б
Руководитель ВКР
канд.техн.наук, доцент, В.П. Черненков
(ученая степень, ученое звание, и. о. фамилия)

На тему Особенности проектирования холодного и горячего водоснабжения высотных жилых зданий

Дата защиты ВКР « 06 » июля 2018г.

1 Актуальность ВКР, ее научное, практическое значение и соответствие заданию
Количество высотных зданий с каждым годом увеличивается, а строительные нормы и инженерные расчеты не успевают адаптироваться для решения возникающих технических вопросов в таких зданиях, это относится и к инженерным системам, в том числе и к водоснабжению. В связи с этим выбранная тема ВКР является актуальной. Автор проводит аналитический обзор современных методов проектирования систем водоснабжения высотных зданий с целью выбора оптимальной схемы водоснабжения. Технические решения, принятые в ВКР, имеют практическое значение и могут применяться при проектировании систем водоснабжения высотных зданий. ВКР полностью соответствует заданию.
2 Достоинства работы: умение работать с литературой, последовательно и грамотно излагать материал, оригинальность идей, раскрытие темы, достижение поставленных целей и задач
Материал изложен последовательно и грамотно, автор умеет работать с технической литературой, тема раскрыта в достаточном объеме. Текстовая часть ВКР наполнена графическим материалом (таблицы, рисунки), что помогает восприятию полученных результатов. Решенные в ВКР задачи, способствуют достижению поставленной цели. 1. Проведенный анализ схем водоснабжения для высотных зданий достаточно ёмкий и позволяет сделать выводы о целесообразности принятия того или иного решения при проектировании системы водоснабжения для высотного здания.

2. Принятые инженерные решения для рассмотренного высотного здания соответствуют строительным нормам и правилам РФ.

3 Недостатки и замечания (как по содержанию, так и по оформлению):

1. В тексте ВКР содержится много обзорной информации и выдержек из нормативно-технической литературы, целесообразнее было сделать необходимые выводы в результате анализа данной информации.
2. Отсутствуют выводы по отдельным главам.

В целом, выполненная работа соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам. По содержанию текста серьезных замечаний не имеется.

4 Целесообразность внедрения, использование в учебном процессе, публикации и т.п.

Предложенные технические решения могут быть применены на практике при проектировании систем водоснабжения высотных зданий.

Результаты работы можно рекомендовать к внедрению.

5 Общий вывод: (о присвоении соответствующей квалификации и оценка: отлично, хорошо, удовлетворительно)

Выпускная квалификационная работа имеет практическую значимость и заслуживает оценки «отлично», а Чернавских Алексей Сергеевич присвоения квалификации Магистр по направлению Строительство

Оценка ОТЛИЧНО

Рецензент Алексей Александрович Журмилов
(и. о. фамилия)

(подпись)

Главный специалист систем теплоснабжения и вентиляции
(должность по основному месту работы, ученая степень, ученое звание)

«___» _____ 20__ г.

М.П.

Аннотация

В представленной работе проведен научно-методический анализ существующих способов проектирования систем холодного и горячего водоснабжения высотных жилых зданий на основе которого была рассчитана и запроектирована наиболее рациональная система водоснабжения на примере двадцати пятиэтажного здания.

Выполнен анализ требований к противопожарным мероприятиям с рассмотрением наиболее рациональной схемы противопожарной защиты, обзор по применению материалов для внутренних водоводов и принципы гидравлических расчетов водоснабжения высотных зданий.

Выпускная квалификационная работа разработана в соответствии с государственными нормами, правилами, стандартами, а также техническими условиями и требованиями, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 40 источников и 7 приложений. Работа изложена на 103 страницах и 9 плакатах, содержит 26 рисунков и 11 таблиц.

Annotation

In the work presented, a scientific and methodological analysis of the existing methods of designing systems for cold and hot water supply of high-rise residential buildings on the basis of which the most rational water supply system was designed and designed using the example of a twenty-five-story building was carried out.

The analysis of the requirements for fire prevention measures with consideration of the most rational fire protection scheme, a review of the application of materials for inland waterways and the principles of hydraulic calculations for water supply of high-rise buildings have been performed.

Graduation qualification work is developed in accordance with government regulations, rules, standards, as well as technical specifications and requirements, consists of an introduction, four chapters, conclusion and list of literature from 40 sources and 7 applications. The work is described in 103 pages and 9 posters, contains 26 figures and 11 tables.

Оглавление

Наименование	Страница
I Пояснительная записка	
Введение	9
1. Аналитический обзор современных методов проектирования высотных зданий	10
1.1 Понятие высотного здания	10
1.2Постановка проблемы в вопросе проектирования водоснабжения высотных зданий	10
1.3 Формирование требований к хозяйственно-питьевому водоснабжению	11
1.4 Инженерные решения систем водоснабжения высотных зданий	12
1.5 Методы зонирования водоснабжения	14
1.5.1 Последовательная схема зонирования	14
1.5.2 Параллельная схема зонирования	15
1.5.3 Двухзонная система водоснабжения	15
1.5.4 Иные схемы зонирования водоснабжения	19
1.5.5 Недостатки зонных систем водоснабжения	13
1.6 Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных жилых зданий	24
1.7 Опыт проектирования систем водоснабжения высотных зданий в зарубежных странах	27
1.8 Схематичное сравнение двухзонной и однозонной схем горячего водоснабжения	27
1.9 Некоторые технические решения для повышения тепло-энерго- эффективности и надежности водоснабжения общего характера	32
1.10 Выводы по проведенному анализу схем и обустройства систем водоснабжения высотных зданий	34
2. Противопожарное водоснабжение высотных зданий	36
2.1 Действующие нормативные документы в отношении систем пожаротушения	36
2.2 Виды существующих систем водяного пожаротушения	37
2.3 Определение проблемы в вопросе пожаротушения	37
2.4 Решения комплексной задачи пожаротушения	39
2.5 Расходы воды на пожаротушение	41
2.6 Устройство питания систем пожаротушения	43
2.7 Надежность систем высотного пожаротушения	44
2.8 Обзор на систему пожаротушения в высотке на примере 89-этажного здания	45
2.9 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	51
3. Водопроводные сети высотных зданий	55

Наименование	Страница
3.1 Водопроводные сети	55
3.1.1 Схемы водопроводных сетей	55
3.1.2 Выбор схемы водопроводной сети	56
3.2 Конструирование водопроводной сети	56
3.2.1 Трассировка внутренней сети	56
3.2.2 Разводка	56
3.2.3 Стояки	56
3.2.4 Магистрали	56
3.2.5 Материалы водопроводной сети	57
3.2.6 Арматура внутреннего водопровода	57
3.2.7 Запорная арматура	57
3.2.8 Водоразборная арматура	58
3.2.9 Регулировочная арматура	58
3.2.10 Предохранительная арматура	58
3.3 Режимы и нормы водопотребления. Стабилизация давлений. Расчет внутреннего водопровода. Местные водонапорные установки в системах водоснабжения зданий.	59
3.3.1 Режим водопотребления	59
3.3.2 Стабилизация давлений (напоров)	59
3.3.3 Расчет внутреннего водопровода	60
3.3.4 Расчетные расходы воды	61
3.3.5 Определение максимально-секундных расходов воды	62
3.3.6 Определение часовых расходов воды	62
3.3.7 Определение диаметров труб	62
3.3.8 Определение потерь напора	63
3.3.9 Определение требуемого напора	63
3.4 Местные водонапорные установки в системах водоснабжения высотных зданий	64
3.4.1 Насосные повысительные водонапорные установки	64
3.4.2 Пневматические водонапорные установки	65
3.4.3 Водонапорные баки	65
3.5. Противопожарные водопроводы. Поливочные водопроводы	65
3.5.1 Противопожарные водопроводы	65
3.5.2 Система противопожарного водопровода с пожарными кранами	66
3.5.3 Автоматическая (спринклерная) система пожаротушения	67
3.5.4 Дренчерные полуавтоматические установки	68
3.5.5 Внутриквартирное пожаротушение	68
3.5.6 Поливочные водопроводы	68
3.6 Горячее водоснабжение зданий. Устройство, схемы, особенности устройства сети, водонагреватели	69
3.6.1 Местные системы горячего водоснабжения	69

Наименование	Страница
3.6.2 Местные водонагреватели системы горячего водоснабжения	69
3.6.3 Централизованные системы	69
3.6.3.1 Элементы системы централизованного горячего водоснабжения	69
3.6.3.2 Системы и схемы централизованного горячего водоснабжения	70
3.6.3.3 Схемы сетей горячего водоснабжения	70
3.6.4 Требования к качеству воды для горячего водоснабжения	71
3.6.4.1 Температура горячей воды	71
3.6.5 Оборудование для приготовления и хранения горячей воды	71
3.6.5.1 Водоподогреватели для централизованного горячего водоснабжения	71
3.6.6 Материалы, арматура, особенности устройства сети горячего водоснабжения	71
3.6.6.1 Арматура	72
4. Проектирование системы холодного и горячего водоснабжения на основе проведенного анализа	73
4.1 Общие положения к проектированию	73
4.2 Характеристики объекта проектирования	74
4.3 Проектирование внутреннего водопровода	75
4.3.1 Выбор схемы и системы холодного водопровода	75
4.3.2 Определение расчетных расходов холодной воды	76
4.3.3 Сведения о материалах труб систем водоснабжения и мерах по их защите	80
4.3.4 Подбор водосчетчика	81
4.3.5 Трубопроводная арматура	82
4.3.5.1 Запорная арматура	82
4.3.5.2. Предохранительная арматура	82
4.3.5.3 Водоразборная арматура	84
4.4 Гидравлический расчет внутренней холодной воды	87
4.5 Определение требуемого напора в здании	87
4.6 Расчет противопожарного трубопровода	87
4.7 Подбор насосов для хоз – питьевого и противопожарного водоводов	90
4.8 Проектирование горячего водоснабжения	92
4.8.1 Выбор схемы и системы горячего водоснабжения	92
4.8.2 Гидравлический расчет в режиме водоразбора	93
4.8.3 Подбор водосчетчика на горячее водопотребление	93
4.8.4 Расчет системы в режиме циркуляции	94
4.8.5 Расчет теплопотерь и расходов тепла в системе горячего водоснабжения	96

Наименование	Страница
4.9 Выводы по расчетам	97
Заключение	
Список литературы	
II Приложения	
Приложение 1. Показателей качества систем хозяйственно-питьевого водоснабжения высотных жилых зданий	
Приложение 2. Схема зонирования горячего водоснабжения	
Приложение 3. Гидравлический расчет системы В1 для I зоны	
Приложение 4. Гидравлический расчет системы В1 для II зоны	
Приложение 5. Насосная станция пожаротушения ANTARUS 2 HELIX FIRST V3604	
Приложение 6. Гидравлический расчет подающего трубопровода горячего водоснабжения I зоны	
Приложение 7. Гидравлический расчет подающего трубопровода горячего водоснабжения II зоны	
III Чертежи	
Аксонометрия В1. Схема насосной на отметке -2,850.	Лист 1
Аксонометрия Т3; Т4.	Лист 2
Схемы водомерного узла №1, №2, №3.Разрез 1-1.	Лист 3
Аксонометрия В2. Схема поквартирного водомерного узла.	Лист 4
План технического этажа на отметке -2,850 с системами В1, Т3, Т4, В2.	Лист 5
План 1-11 этажей с системами В1, Т3, Т4, В2.	Лист 6
План 12 этажа с системами Т4в, Т4н.	Лист 7
План 13-25 этажа с системами В1, Т3, В2.	Лист8
План технического этажа на отметке 75,200 с системами В1, Т3, В2.	Лист 9

Введение

Выпускная квалификационная работа на тему «Особенности проектирования холодного и горячего водоснабжения высотных жилых зданий».

Заданием на выпускную квалификационную работу стоит задача провести научно-методический анализ современных методов проектирования и эксплуатации холодного и горячего водоснабжения, выполнить сбор и обработку существующей научно-проектной документации по проектированию систем ХВС и ГВС для высотных жилых зданий. Заключительной задачей стоит цель запроектировать систему холодного и горячего водоснабжения на примере двадцати пятиэтажного жилого здания на основе проведенного аналитического обзора конструирования данных систем.

Проектирование систем водоснабжения высотных зданий принципиально отличается от проектирования этих же систем для многоэтажных зданий, так как для высотных зданий влияние наружных климатических воздействий и величины градиентов перемещения потоков массы и энергии внутри здания является по своей значимости экстремальным. Основополагающие факторы высотного строительства, в отличие от обычных объектов, подчинены в первую очередь вопросам безопасности, надежности и долговечности. Существующие методы проектирования основаны на нормах прошлого века, без учета современных разработок в области санитарно-технического оборудования, чем и обосновывается актуальность данной работы.

1. Аналитический обзор современных методов проектирования холодного и горячего водоснабжения высотных жилых зданий

1.1 Понятие высотного здания

Единого определения понятия «высотное здание» в настоящее время нет [1,2]. В разные времена понятие «высотный дом» имело разные значения. Вероятно, оно будет изменяться и в дальнейшем по мере роста этажности строящихся зданий. В России к высотным относятся здания в 25 этажей или высотой 75 м и выше. В других странах под термином «высотное здание» обычно понимают здание высотой от 35 до 100 м, здания выше 100 м (в США и Европе — выше 150 м) считаются небоскрёбами.

1.2 Постановка проблемы в вопросе проектирования водоснабжения для высотных зданий

Ситуация с проектированием инженерных систем для высотных зданий такова, что существующие нормативы, расчетные конструктивные схемы зданий, пожарные требования, система инженерного оборудования, эксплуатация – все это для инженеров, строителей и служб городов является новым. Зарубежные специалисты, которые берутся за высотное домостроение на территории России, также испытывают сложности в связи с отсутствием строительных норм и правил на этот тип зданий. Ситуация требует углубленного изучения отечественной и зарубежной нормативной базы, касающейся высотных зданий, отечественного и зарубежного опыта возведения и эксплуатации подобных объектов.

Следует отметить, что некоторые шаги в решении этих проблем уже делаются. В настоящее время действуют [10-12]:

• «Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м» для строительства в Москве;

• Московские городские строительные нормы МГСН 4.19-05 «Многофункциональные высотные здания и комплексы», которые

распространяются на отдельно стоящие и расположенные внутри многофункциональных комплексов здания высотой от 75 до 400 м и носят в настоящий период временный характер;

• территориальные строительные нормы ТСН 31-332-2006 «Жилые и общественные высотные здания»; распространяются на проектирование жилых и общественных зданий высотой до 150 м (жилые здания высотой более 75 м, общественные здания – более 50 м), а также комплексов таких зданий, возводимых на территории Санкт-Петербурга.

Разработка МГСН и ТСН по высотному домостроению ни в коем случае не снимает те сложности, неопределенности и риски, которые ожидают всех участников высотного строительства.

Ниже приведена диаграмма (рис. 1.1) действующих для здания норм Российской Федерации в зависимости от его высоты (этажности).

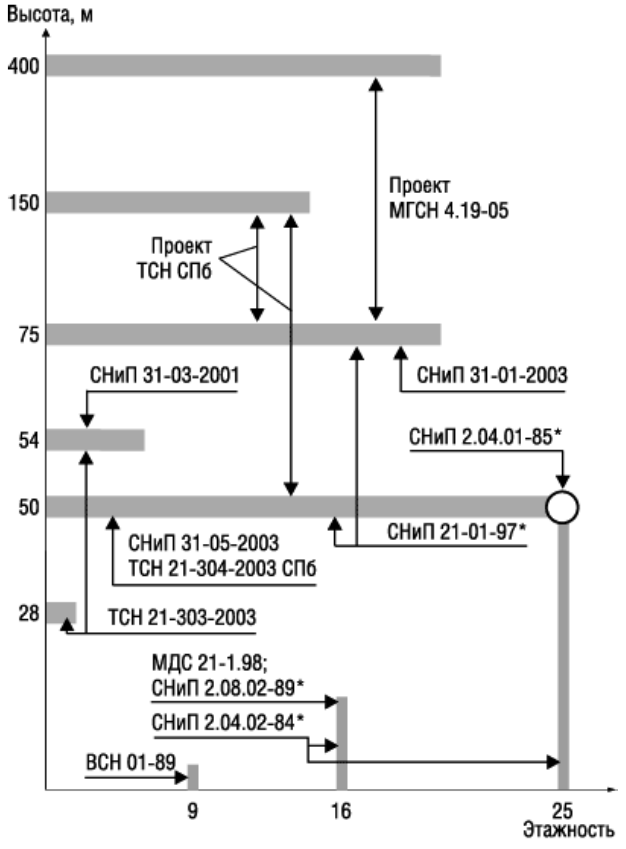


Рисунок 1.1

1.3 Формирование предварительных требований к хозяйственно-питьевому водоснабжению

К сожалению, в существующих нормативах на проектирование и эксплуатацию систем водоснабжения требования сформулированы недостаточно полно, разбросаны по многочисленным документам и не содержат требований по ресурсосбережению. Требования по надежности сформулированы в общем виде и не позволяют оценить надежность подачи воды отдельным потребителям и небольшим группам потребителей.

На основании предложенных показателей качества предварительно сформулируем требования к системам хозяйственно-питьевого водоснабжения (Приложение №1).

Высотные здания являются объектами повышенного риска, значительно отличающимися от других типов зданий по требованиям к надежности, безопасности и ресурсосбережению систем водоснабжения. Для создания безопасной и комфортной среды в высотных зданиях в течение длительного срока эксплуатации системы водоснабжения должны обладать высокой надежностью подачи воды потребителям как на хозяйственно-питьевые цели, так и для пожаротушения [13-19]. Системы водоснабжения, обеспечивающие жизненно необходимую потребность в питьевой воде, санитарно-гигиенические и комфортные условия среды обитания, с целью повышения комфортности и функциональности в высотных зданиях должны оборудоваться дополнительными водоразборными и санитарными приборами для проведения профилактических, оздоровительных, косметических процедур, а также для обеспечения проживающих кондиционированной водой, качество которой не уступает бутилированной воде.

1.4 Инженерные решения систем водоснабжения высотных зданий

В системах водоснабжения высотных зданий можно выделить главную особенность - зонирование водоснабжения. Зонирование здания по высоте

обеспечивает повышение гидравлической надежности систем хозяйственного и питьевого водоснабжения. Зонные системы водоснабжения применяют в высотных зданиях высотой более 50 м (17 и более этажей), когда напор в сети превышает максимально допустимый (60 м для хозяйственно-питьевого водопровода и 90 м для противопожарного). Высота зоны определяется максимально допустимым гидростатическим напором в самой нижней точке сети (резьбового соединения или арматуры).

При определенных местных топографических условиях в ряде случаев оказывается целесообразным разделение единой централизованной системы водоснабжения на несколько «высотных зон».

Зонирование водопровода может быть вызвано как техническими, так и экономическими соображениями, так как оно позволяет снизить давление в трубах водопроводных сетей и уменьшить количество энергии, затрачиваемой на подъем воды.

Чаще всего зонные водопроводы устраивают в случае значительной разности отметок земли в пределах обслуживаемой водопроводом территории.

Иногда зонирование применяется и при большом различии значений свободных напоров, требуемых отдельными потребителями (в водопроводах некоторых промышленных предприятий).

Когда отдельные точки снабжаемой водой территории имеют значительную разность отметок, то в пониженных точках водопроводной сети могут возникнуть давления, превышающие допустимые для используемых типов труб и условий эксплуатации водопровода.

Если полученное значение $Р_{макс}$ превышает допустимый напор, то необходимо разделить сеть на зоны с таким расчетом, чтобы в пределах каждой из них напор не превышал допустимого.

Согласно [13] наибольшая величина гидростатического давления в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должна превышать 60 м. В системе раздельного противопожарного

водопровода величина гидростатического напора допускается до 90 м. В противном случае необходимо разделить водопровод на вертикальные зоны. Как правило, в современном строительстве к двухзонной системе приходится переходить в зданиях высотой более 17 этажей. Обычно первую (нижнюю) зону устраивают таким образом, чтобы использовать гарантийный напор городского водопровода. Размеры последующих зон, число которых может быть различным, назначают в зависимости от величин допустимого давления в сети внутреннего водопровода.

1.5 Методы зонирования водоснабжения

1.5.1 Последовательная схема зонирования

Последовательная схема (рис. 1.2, а) имеет меньшую протяженность трубопроводов, но она менее надежна в работе, требует установки насосных агрегатов на промежуточных этажах, что крайне нежелательно из-за вибрации и шума. Кроме того, к числу крупных недостатков подобной системы следует отнести неоднократное размещение регулирующих объемов, т.е. нерациональное распределение и использование строительного объема здания под инженерное оборудование. Недостатком системы последовательного зонирования является необходимость устройства дополнительной отдельно стоящей насосной станции (для каждой лишней зоны), что связано с увеличением затрат на строительство и затрат на эксплуатацию — в части содержания персонала. Надежность этих систем ниже, чем систем параллельного зонирования, где имеет место независимая подача воды в каждую зону.

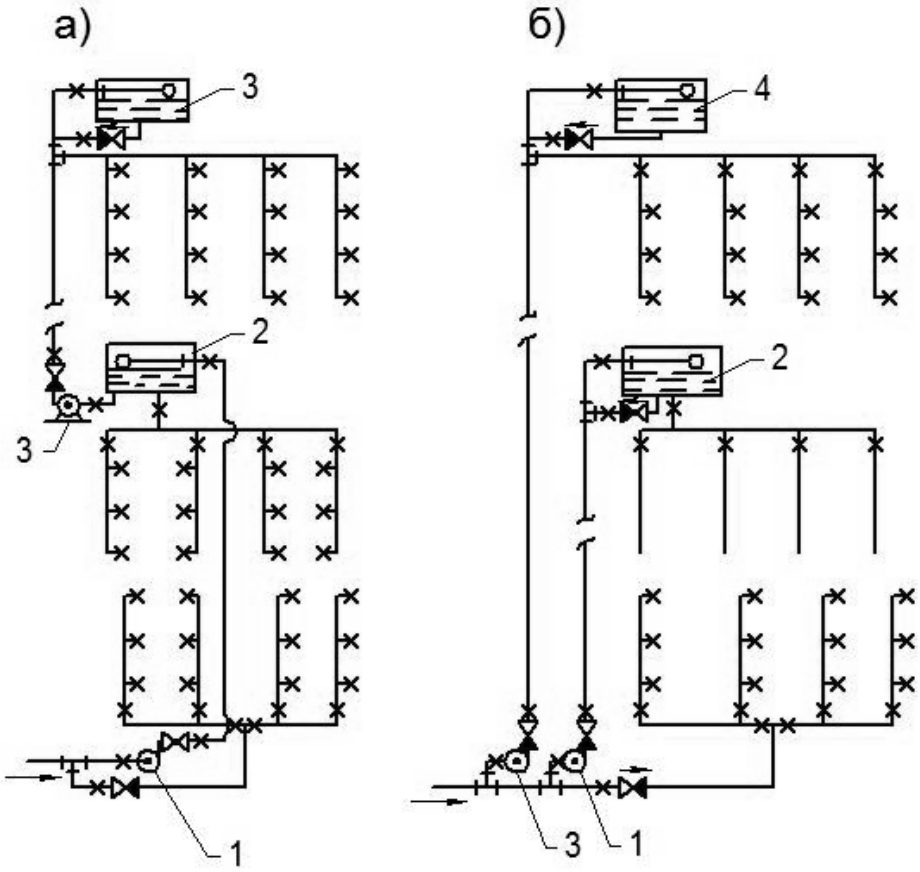


Рисунок 1.2

Последовательная (а) и параллельная (б) схемы зонных водопроводов зданий: 1— центробежный насос 2-й зоны; 2 — напорно-запасный бак 2-й зоны; 3 — насос 3-й зоны; 4 — напорно-запасный бак 3-й зоны

1.5.2 Параллельная схема зонирования

В системах параллельного (рис. 1.2, б) зонирования принципы разделения общей сети на сети верхней и нижней зоны те же самые, но вода подается в сеть каждой зоны по отдельным водоводам своей группой насосов, расположенной на общей головной насосной станции. Таким образом, зоны включаются параллельно. Водоводы, питающие верхнюю зону, обычно прокладываются через территорию нижней зоны.

К недостаткам систем параллельного зонирования относится увеличение строительной стоимости водоводов (вследствие увеличения их суммарной длины).

Вообще строительная стоимость зонированной системы для любого объекта будет всегда больше, чем незонированной. В нижних зонах, как правило, потребляется больше воды и имеются стояки большего диаметра ($q_н > q_в$; $d_н > d_в$).

1.5.3 Двухзонная система водоснабжения

Вторая причина зонирования заключается в более полном использовании гарантийного напора городского водопровода, что позволяет эффективно использовать энергию городских насосов и рационально подбирать насосы-повысители только на расход и напор верхней зоны. Верхняя зона работает под напором дополнительных насосов.

Двухзонные системы внутренних водопроводов, выполненные по обычной схеме (с отдельными хозяйственно-противопожарными разводящими трубопроводами для каждой зоны), значительно дороже однозонных систем по сметной стоимости.

Автором этой схемы является канд. техн. Наук М.Е. Соркин (МНИИТЭП) (рис. 1.3). Согласно этой схеме имеется только два разводящих трубопровода, причем каждый из них служит для подачи воды в соответствующую зону. В трубопровод первой зоны вода подается непосредственно из городского водопровода. Противопожарные насосы подключены к магистральному трубопроводу первой зоны. К магистрали второй зоны подключены насосы, обеспечивающие в ней необходимое давление. Оба магистральных трубопровода соединены между собой перемычками с установленными на них обратными клапанами таким образом, что они могут пропускать воду только из первой зоны во вторую.

Сдвоенные пожарные стояки выполнены однозонными и присоединены к обеим магистралям. На подводке к этим стоякам от магистрали первой зоны также установлен обратный клапан. Водоразборные стояки первой и второй зон подключены к соответствующим магистралям, но с той лишь разницей, что у первой зоны она с нижней разводкой, а у второй — с верхней. На

присоединениях этих разводящих магистралей размещены регуляторы давления.

Система работает следующим образом. При водоразборе давление в разводящей магистрали первой зоны меньше, чем в магистрали второй зоны, поэтому обратные клапаны на перемычках, соединяющих эти магистрали, закрыты. По этой же причине закрыты клапаны на подводках к пожарным стоякам от магистрали первой зоны. Таким образом, магистрали и водоразборные стояки первой и второй зон полностью изолированы друг от друга. Пожарные стояки находятся под давлением насосов второй зоны системы. Во время пожара при включении в работу насосов противопожарного назначения создается большее давление, чем у насосов хозяйственного назначения второй зоны, поэтому под давлением воды пожарных насосов открываются обратные клапаны на перемычках между магистралями и на подводках к пожарным стоякам от магистрали первой зоны. Защита водоразборных стояков первой и второй зон от повышенного давления пожарных насосов обеспечивается регулятором давления. Вода подается к пожарным стоякам по двум трубопроводам, как и предписывается действующими нормами. Подача хозяйственного и пожарного расходов в систему по двум магистралям первой и второй зон обеспечивает снижение строительной стоимости системы по сравнению с такой же стоимостью двухзонных традиционных систем.

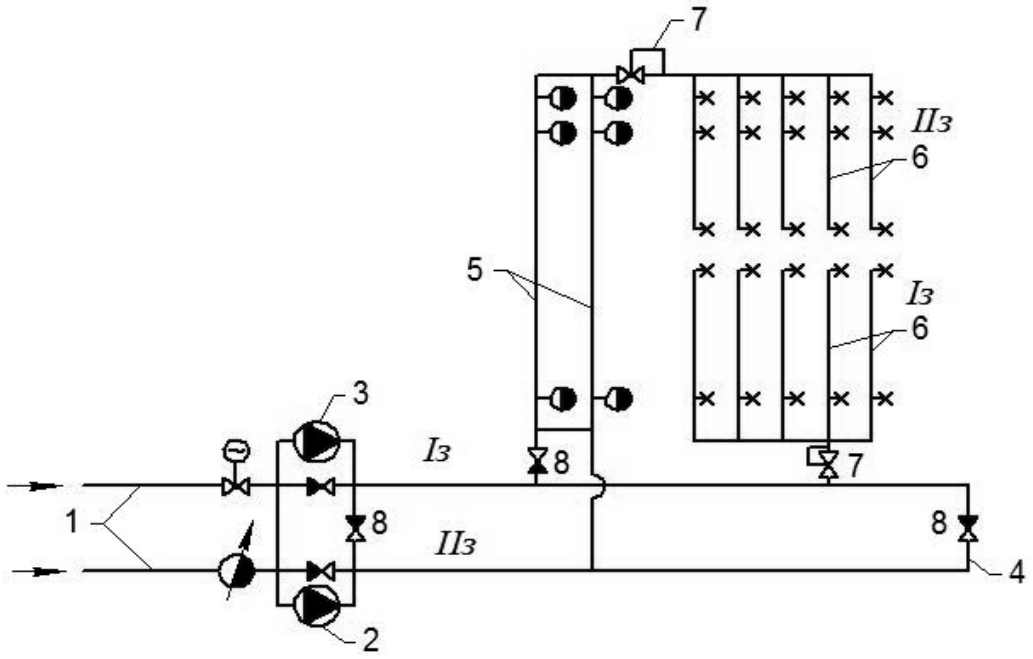


Рисунок 1.3 Двухзонная схема водоснабжения зданий: 1 – вводы водопровода; 2 – хозяйственный насос второй зоны; 3 – противопожарный насос; 4 – перемычка между подводящими магистральными трубопроводами; 5 – пожарные стояки; 6 – хозяйственные водоразборные стояки; 7 – регулятор давления; 8 – обратный клапан

Двухзонная система М.Е. Соркина может быть использована более широко не только в зданиях повышенной этажности (высотой более 50 м), но и в зданиях массового строительства (высотой от 9 до 16 этажей).

Водонапорные баки, обеспечивая временное резервирование, создают регулирующий и аварийный запас воды в здании и стабилизируют давление воды в системе.

При неравномерном водоразборе постоянная стабильная работа насоса невозможна и рекомендуются схемы, позволяющие создавать в системе водоснабжения здания запас воды и периодически отключать насос – схема с гидропневматическим баком или открытым водонапорным баком (рис. 1.4). Наибольший экономический эффект дает размещение гидропневматического бака на чердаке или техническом этаже здания. Во всех случаях насосная станция и бак могут располагаться как в подвале здания, так и в пристройке или отдельно стоящем здании насосной станции.

Схему с резервуарами больше используют при проектировании высотных зданий на Востоке (Китай, Тайвань), а схему без резервуаров – на Западе. Преимущества каждой схемы могут выглядеть достаточно спорно: с одной стороны, резервуары позволяют иметь аварийный запас воды, который, к тому же, может быть использован при пожаре, но, с другой – к системам хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения высотных зданий и так предъявляются очень высокие требования, поэтому некоторые доводы могут выглядеть не особо весомыми.

Для обеспечения устойчивой работы водоразборной арматуры и уменьшения утечек гидростатический напор на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора не должен превышать 45 м. Если это значение существенно превышается, на вводе в здание предусматривается регулятор давления (рис. 1.5).

В высотных зданиях для выполнения этого требования система водоснабжения разбивается на несколько зон высотой 30–40 м, так чтобы в каждой из них напоры не превышали 45 м.

Технический этаж используется для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций, т. е. может располагаться под зданием (техническое подполье), над верхним этажом здания (технический чердак), в одном или нескольких средних этажах.

Решая вопросы надежности, целесообразно разделять системы подачи воды по назначению, так как надежность специализированных систем выше, чем универсальных.

Насосные установки повышения давления предназначены для увеличения давления воды при её подаче. Это может потребоваться для водообеспечения зданий, в системах пожаротушения и охлаждения, в гидропультах, для быстрой перекачки больших объёмов воды.

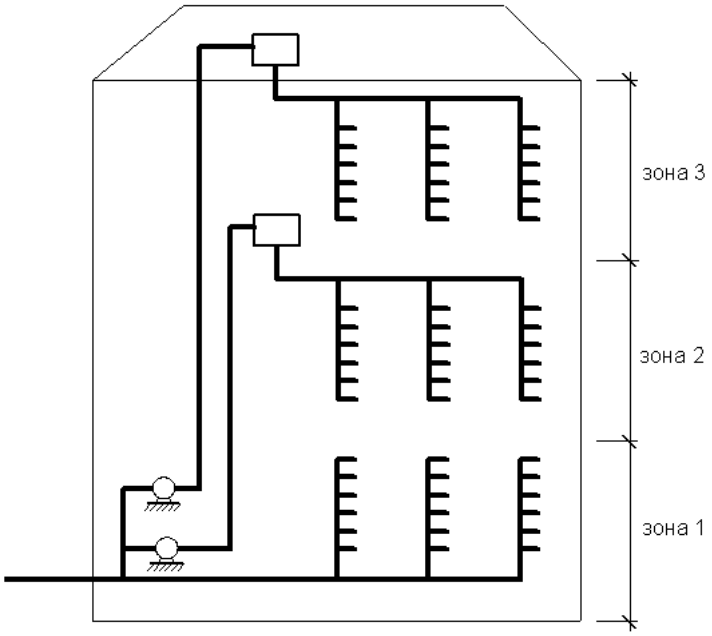


Рисунок 1.4 Схема водоснабжения здания с местной насосной установкой и гидропневматическим баком на чердаке

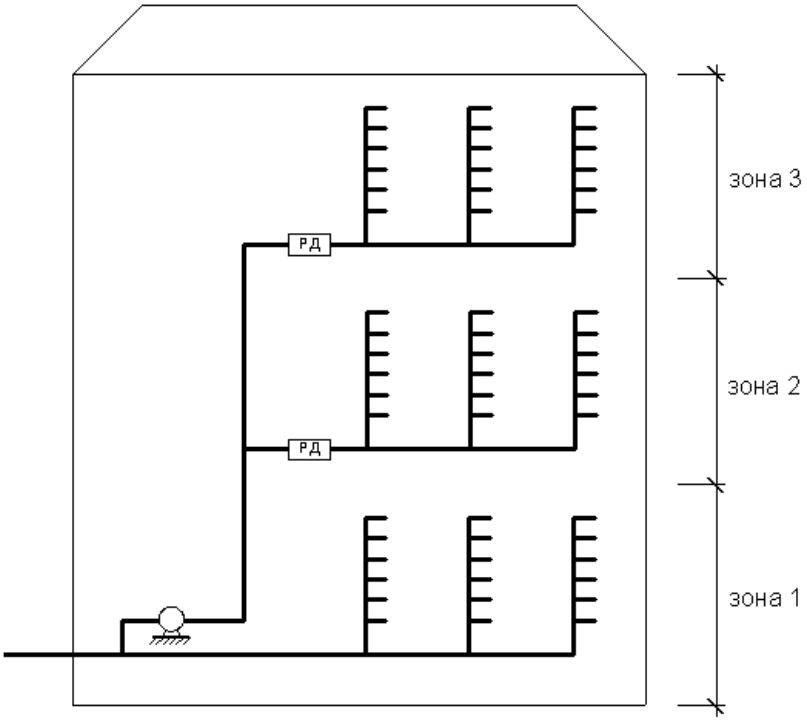


Рисунок 1.5. Зонная система водоснабжения с регуляторами давления

1.5.4 Иные схемы зонирования водоснабжения

К сожалению, применение традиционных схем известных по учебной литературе [13] не всегда возможно, в связи с необходимостью обеспечения не только технологической (расход, напор, температура и пр.), но и технико-экономической эффективностью систем.

Так же применяются и следующие схемы:

1. Зонная схема водоснабжения с расположением повысительной насосной станции (ПНС) в подвальном помещении (техническом этаже) здания, с питанием от городской водопроводной сети, без установки промежуточных баков-резервуаров на технических этажах.
2. Зонная схема водоснабжения с каскадной подачей воды насосами, устанавливаемыми на промежуточных этажах.
3. Зонная схема водоснабжения из емкостного резервуара, установленного на верхнем техническом этаже.
4. Зонная схема водоснабжения с гидропневматическими установками, расположенными на промежуточных этажах.
5. Зонная схема водоснабжения с параллельным зонированием.

Яркими представителями схемы № 1 является здание жилого комплекса «Триумф Палас». Жилой комплекс «Триумф Палас» представляет собой здание из 9-ти секций высотой от 11 до 49 этажей с 5-уровневым стилобатом. Расчётное водопотребление которого составляет 2930,35 м3/сут. В жилом здании реализована и система водоснабжения с разводкой магистралей вне квартир. Стояки систем прокладываются параллельно в нишах лестнично-лифтового узла, и имеют удобный доступ для обслуживания и ремонта [2].

Особенностью данной схемы является устройство нескольких групп ПНС для каждой из зон системы водоснабжения, включение которых осуществляется независимо друг от друга[4].

По схеме № 2 осуществляется водоснабжения нового многофункционального высотного жилого комплекса (ЖК) в Москве на Мосфильмовской улице по проекту известного архитектора Сергея

Скуратова, который расположен в Западном административном округе Москвы, состоящего из 4-х корпусов (А, Б, В, Г).

Жилой корпус «А» представляет собой 51-этажную башню с 46 жилыми этажами, двумя этажами офисов, техническим этажом над ними и двумя верхним техническими этажами. Отметка верха парапета корпуса «А» – 203,0 м, корпуса «Б» – 50,1 м, корпуса «В» – 131,0 м [3]. Зоны разделяются техническими этажами, на которых осуществлена разводка магистралей инженерных сетей водоснабжения.

Учитывая требования по ограничению высоты зоны для систем водоснабжения (максимальное давление 45 м. вод. ст.), в здании запроектирована четырехзонная система водоснабжения. Поскольку для подачи воды на верхние этажи здания, подкачивающие насосные установки развивают значительные напоры, в системе водоснабжения предусмотрено установка регуляторов давления, которые располагаются в лестнично-лифтовом холле. Для мытья квартирных холлов рассматриваемых комплексов требуется достаточно большой расход воды – 2,8 л/м2, поэтому в помещениях перед мусоропроводом устанавливаются смесители и трапы, позволяющие набирать воду для мытья полов помещений здания и сливать ее после использования [3].

В качестве примера здания, водоснабжение которого осуществляется по схемы № 3 рассмотрен 40-этажный жилой дом Китая - Таймс-сквер Нэтуэст Тауэродин.

Водоснабжение здания подразделяется на подачу технической воды и воды питьевого качества. Для технических нужд и смывных бачков унитазов из верхнего бака-аккумулятора, самотёком на верхние 18 этажей (23–40 эт.) и отдельными двумя трубопроводами по принципу сообщающихся сосудов подаётся морская вода, подготовленная лишь фильтрацией.

В минус 1-ом этаже, установлены регуляторы давления, раздельные для каждого трубопровода, далее вода подается на 11 этажей (12– 22 эт.) по одному трубопроводу и на 11 этажей (1–11 эт.) по другому трубопроводу [5].

Вода для питьевых нужд соответствующего качества также под гидростатическим давлением подается из резервуара, установленного на крыше здания.

Ярким представителем схемы № 4 является многофункциональный высотный жилой комплекс «Алые Паруса», состоящий из пяти корпусов (два из которых жилые). Количество жилых этажей от 27 до 29, общее количество квартир – 563, высота здания составляет 113,9 м -111,36 м. Для высотных корпусов предусмотрено устройство подкачивающих насосных станций холодного и горячего водоснабжения для второй и третьей зон водоснабжения. В насосных станциях установлены гидропневматические установки, а также ёмкостные электробойлеры, обеспечивающие бесперебойное горячее водоснабжение при плановых отключениях в теплосети. Система водоснабжения оснащена счетчиками горячей и холодной воды, которые вместе с фильтрами и регуляторами давления установлены в лестнично-лифтовом холле, где проложены стояки системы водоснабжения [2].

Представителем схемы № 5 является высотный ЖК «Воробьевы Горы», состоящий из 5 уровней и семи жилых корпусов. Жилая часть состоит из семи корпусов: трех корпусов высотой от 43 до 48 этажей и четырех корпусов высотой от 17 до 25 этажей. В самом высоком корпусе 48 этажей — 45 жилых и 3 этажа коттеджа-пентхауса; кроме этого 4 технических этажа (на уровне 1, 15, 41 и 44 этажей) и входная группа высотой 9 м. Максимальная высота этого корпуса составляет 178 м [2]. Потребность (расчётная) в воде жилого комплекса составляет 2725 м3/сут. В системах параллельного зонирования принципы разделения общей сети на сети верхней и нижней зоны те же самые, но вода подается в сеть каждой зоны по отдельным водоводам своей группой повысительных насосов, расположенной на общей головной насосной станции. В комплексе «Воробьевы Горы» предусмотрено зонирование внутренней системы водоснабжения и горячего водоснабжения с устройством трехзонной

системы водоснабжения для корпусов 1–3 и двухзонной для корпусов 4 – 7. Таким образом, зоны включаются параллельно, водоводы питающие верхнюю зону проложены через территорию нижней зоны. В комплексе «Воробьевы Горы» принят единый центральный тепловой пункт (ЦТП) на все жилые корпуса и общественную зону. По архитектурно- конструктивным соображениям ЦТП расположен на некотором расстоянии от высотных корпусов. К этим корпусам от ЦТП идет технический коллектор, в котором проложены все коммуникации. В технической зоне расположены ПНС водоснабжения. Такое решение позволяет уменьшить число трубопроводов в техническом коллекторе.

1.5.5 Недостатки зонных систем водоснабжения

Рассматривая вышеперечисленные схемы считаем, что некоторые из схем систем водоснабжения имеют ряд недостатков, особенностей и достоинств, среди которых следующие:

1. Недостатком системы последовательного зонирования жилого комплекса «Триумф Палас», является необходимость устройства дополнительной отдельно стоящей насосной станции (для каждой зоны), что приводит к увеличению затрат на строительство и затрат на эксплуатацию - в части содержания персонала. Как показывает практика, надёжность таких систем ниже, чем при параллельном зонировании, где осуществляется независимая подача воды в каждую зону.

2. Особенностью системы водоснабжения Таймс-сквер Нэтуэст Тауэр, является наличие в системе дополнительного элемента водонапорного бака-ёмкости, расположенногона техническом этаже. Водонапорные баки-ёмкости значительно увеличивают стоимость системы, однако благодаря их наличию, обеспечивается временный резерв, на случай перебоев снабжения водой из городской сети. Кроме того, благодаря таким ёмкостям, создаётся аварийный запас воды в здании, и появляется возможность стабилизации давления и (или) расхода воды, что особенно важно в часы пикового водоразбора.

3. Решение вопроса энергосбережения при параллельном зонировании, выполненном в ЖК «Воробьевы Горы», обеспечивается путем оптимального выбора числа зон и применения насосов с частотным приводом.
Оптимизация числа зон основывается на том, что гидравлическая мощность, передаваемая насосом жидкости, определяется произведением подачи насоса на его напор [2].

4. К недостаткам системы параллельного зонирования жилого комплекса «Алые Паруса» относится увеличение строительной стоимости водоводов (вследствие увеличения их суммарной материальной характеристики).

6. К недостаткам системы ЖК в Москве на Мосфильмовской улице, можно отнести наличие промежуточных технических этажей, количество которых, как показывает практика стараются сокращать по экономическим соображениям инвесторов, а также по причине установки оборудования шум и вибрации от которых зачастую превышают допустимые для помещений с пребыванием в них людей значений.

1.6 Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных жилых зданий

В зависимости от архитектурно-планировочных решенийприменяются следующие варианты устройства систем водоснабжения:

– устройство ИТП с повысительными насосными станциями и теплообменниками горячего водоснабжения для каждой высотной зоны (пожарного отсека) при одиночном здании;

– устройство ИТП с одной группой теплообменников горячего водоснабжения и повысительными насосными станциями холодного и горячего водоснабжения под каждым или группой корпусов для каждой высотной зоны (пожарного отсека) в случае развитого комплекса со стилобатной частью. Данная схема успешно была реализована на объектах «Алые Паруса», «Воробьевы горы» и «Триумф-Палас». В этих развитых по

горизонтали и по высоте комплексах прокладка магистралей от ИТП к зданиям предусматривается в выделенных технических коридорах, совместно с другими трубопроводами (рис. 1.6.1, 1.6.2).

Рисунок 1.6.1 Прокладка магистралей в техническом коридоре

Рисунок 1.6.2 Установка компенсаторов в техническом коридоре

Рисунок 1.6.3 Установка электробойлеров под корпусами

В ИТП или под корпусами, как правило, также устанавливаются емкостные электробойлеры, обеспечивающие бесперебойное горячее водоснабжение при плановых отключениях в теплосети. Емкость бойлеров подбирается исходя из обеспечения 1,5-часового максимально часового расхода горячего водоснабжения при 8-часовом периоде нагрева воды (рис. 1.6.3).

Система водоснабжения оснащена счетчиками горячей и холодной воды, которые вместе с фильтрами, регуляторами давления и обратными клапанами установлены в этой же нише на каждом этаже здания. Обеспечение расчетного расхода воды по циркуляционным стоякам обеспечивается при помощи регуляторов. Одна из возможных схем горячего водоснабжения зоны здания представлена в приложении №2.

Ввод в квартиры выполняется в пространстве подшивного потолка трубопроводами из сшитого полиэтилена, не имеющими на всем протяжении до ввода в квартиру никаких фитингов. Учитывая температурный режим трубопроводов, могут быть использованы без ограничений трубы из сшитого полиэтилена PEX-a, PEX-b, PEX-c, а также PE-RT, имеющие соответствующий сертификат для применения в системах водоснабжения.

В системе водоснабжения у потребителя должно быть обеспечено избыточное давление не менее 7 м вод. ст., но по техническим условиям оборудования, которое сейчас ставится в большинстве элитных квартир, требуемый (располагаемый) напор на входе в квартиру должен быть не менее 25 м вод. ст. Из этих соображений и исходя из геометрической высоты зон подбираются повысительные насосные установки. Чтобы давление не превышало расчетного, для приборов на каждом этаже на группу квартир предусматривается установка ограничительных регуляторов давления на 40 м вод. ст. Эти же самые регуляторы давления позволяют обеспечить нормальное функционирование термосмесительных установок (смесители с термозадатчиками), которые могут нормально работать при разности давлений между горячей и холодной водой не более 6 м вод. ст. На вводе в квартиру систем холодного и горячего водоснабжения установлены обратные

клапаны, поскольку служба эксплуатации столкнулась с проблемой перетока воды из холодной в горячую магистрали. Это связано с установкой в квартирах оборудования, которое при неправильной эксплуатации подмешивает воду по всей зоне. Например, душевые кабины с электронным управлением имеют два режима выключения — «stop» и «off». В этих кабинах стоят два электромагнитных вентиля на смесителе и один вентиль на расходе. Если человек нажимает кнопку «stop», закрываются все три вентиля, если кнопку «off» — закрывается только один разборный смеситель, и вода через душевые кабины подмешивается по всей зоне. Похожие проблемы возникают и при эксплуатации некоторых моделей биде.

1.7 Опыт проектирования систем водоснабжения высотных зданий в зарубежных странах

Так, в высотном строительстве Гонконга доминирует инженерное решение с подачей воды в баки-накопители, расположенные на крыше зданий, с последующей раздачей воды самотеком. Баки-накопители выполняются преимущественно из бетона как часть конструкции каркаса здания, двух- или многосекционными, для того чтобы имелась возможность проводить мероприятия по их очистке, не прерывая водоснабжения. Подобная схема содержит целый ряд принципиальных преимуществ:

• *непрерывность водоснабжения даже при сбоях в энергоснабжении.* Ничего нового в таком решении нет – оно знакомо жителям сельских районов России и многих государств Европы по водонапорным башням, которые представляют собой не что иное, как отдельно стоящий и расположенный на достаточной высоте бак-накопитель;

• *оптимальность режимов функционирования насосного оборудования*, поскольку алгоритмы напорной подачи воды не связаны напрямую с темпами и характером потребления. Иначе говоря, и насосное оборудование работает в самых благоприятных режимах, и энергетическая экономичность подобного решения налицо;

• *стабильность расхода* при раздаче воды самотеком, что важно для более точной субъективной оценки расхода и его снижения потребителями. То есть при раздаче воды самотеком потребитель, оплачивающий каждый литр израсходованной воды, точно знает, что при определенном положении ручки вентиля (крана) он укладывается в некую приемлемую для него сумму, так как этому положению соответствует всегда одинаковый напор воды, не связанный с режимом работы насосного оборудования. Однако необходимо отметить, что для двух-трех этажей, находящихся под баками-накопителями, в связи с малым естественным напором все-таки применяются группы малых насосов;

• постоянная готовность к немедленному использованию достаточного количества воды в целях пожаротушения вследствие энергонезависимости схемы. Если в российских нормах само понятие «высотное здание» непосредственно связано со значением его высоты – 75 м, то за рубежом широко применяется сущностное понимание, относящее к высотным зданиям т.е, в которых возгорание нельзя ликвидировать снаружи. В связи с этим наличие в здании собственных, независимых от энергоснабжения и/или исправности оборудования, источников пожаротушения представляется специалистам Гонконга принципиальным. Если этажность здания выше сорока, через каждые 14 этажей требуется устройство так называемых эвакуационных этажей, которые, как правило, объединены с техническими.

Для подачи воды в баки-накопители применяются трубы из пластичного чугуна, а для раздачи потребителям из баков – медные. Из медных труб выполнены как стояки, так и вся горизонтальная разводка. Такие трубы обладают свойством бактериостатичности, вследствие чего именно из меди изготавливают дверные ручки и перила лестниц в лечебных учреждениях.

Примечательным для Гонконга является как тщательный сбор «серой» воды для переработки в техническую, так и активное использование морской воды в качестве технической, например, для смыва в унитазах. В основе такого решения – дефицит воды, и этот опыт, вероятно, для условий России пока не

представляет интереса. Для раздачи морской воды (вниз) используются трубы из не пластифицированного поливинилхлорида.

1.8 Схематичное сравнение двухзонной и однозонной схем горячего водоснабжения

Схема горячего водоснабжения (ГВС) таких зданий отличается от схем, применяемых для малоэтажных построек. При выборе схемы необходимо учитывать также тот факт, что она влияет на функциональность системы во время ее эксплуатации; а также на экономическую сторону строительства.

В соответствии с СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий» [2] гидростатическое давление в системе на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора должно быть не более 0,45 МПа (в соответствии с паспортом приборов). Поэтому при использовании в высотных зданиях стандартной однозонной схемы ГВС, применяемой в зданиях до 11 этажей, напор у приборов на нижних этажах будет превышать максимально допустимое давление, что может привести к разрушению арматуры и увеличению расхода воды.

В многоэтажных зданиях высотой 12–25 этажей широко применяется вертикальное зонирование системы ГВС, когда сеть внутренних трубопроводов системы разбивается по вертикали на две зоны по 6–13 этажей, то есть применяется двухзонная система горячего водоснабжения. При этом кольцующие участки сетей прокладываются в технических этажах, чердаках и подвалах (рис. 1.7).

Основным плюсом двухзонной системы ГВС является рациональная работа оборудования, которую обеспечивают две группы насосов, подобранные точно по напору расходу для каждой зоны. Отсюда очевидна устойчивость и независимость двух зон друг от друга.

Минусом данного вида систем является необходимость прокладывать кольцующие трубопроводы на технических этажах в середине здания.

Если рассматривается жилое здание, при планировке внутренних помещений которого архитекторы чаще всего не предусматривают технические этажи, то трубы приходится прокладывать по потолкам квартир. Это осложняет доступ ремонтной бригады в случае аварии, так же осложняет жизнь жильцов таких квартир, не говоря об эстетической составляющей в этом вопросе. Также, с юридической стороны для таких ситуаций нет однозначного толкования – кто будет нести ответственность при возникновении аварийной ситуации на данных участках трубопроводов.

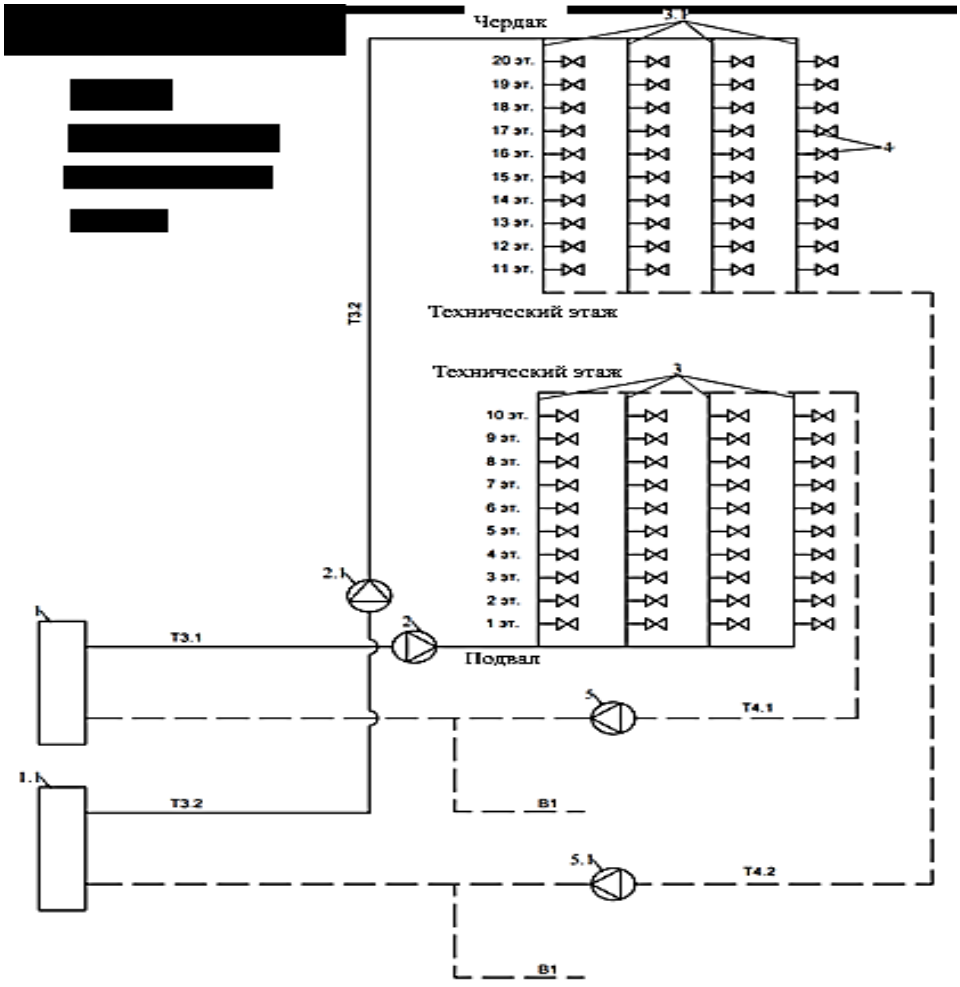


Рисунок 1.7 Схема двухзонной системы горячего водоснабжения 1 – теплообменник нижней зоны; 1.1 – теплообменник верхней зоны; 2 – повысительный насос нижней зоны; 2.1 – повысительный насос верхней зоны; 3 – подающие стояки нижней зоны; 3.1 – подающие стояки верхней зоны; 4 – подвод к водоразборным приборам; 5 – циркуляционный насос нижней зоны; 5.1 – циркуляционный насос верхней зоны.

Исходя из вышесказанного, следует оценить возможность применения однозонной системы в современных жилых домах повышенной этажности. Стояки данной системы проходят через все этажи здания до последнего потребителя. Кольцевая магистраль системы в свою очередь расположена в подвале здания. Во избежание превышения допустимого напора у водоразборных приборов на нижних этажах, на подводе к ним устанавливают регуляторы давления (рис. 1.7.2).

Очевидными плюсами однозонной системы по сравнению с двухзонной является низкая стоимость, а также то, что не нужно предусматривать технические этажи для разводки системы или размещать кольцующие трубопроводы в жилых помещениях.

К минусам данной системы можно отнести необходимость использования регуляторов давления для защиты водоразборного оборудования [1]. А также то, что часто при проектировании устанавливается насос с напором, который превышает допустимое значение напора у водоразборных приборов.

Однако, для обеспечения максимальной безопасности, однозонную систему лучше применять в домах, где напор на нижних потребителях не больше допустимого – 0,45–0,6 МПа [2], учитывая возможность того, что регулятор давления может выйти из строя.

Исходя из проведённого анализа следует, что определить этажность здания, при которой необходимо использовать ту или иную схему системы ГВС, невозможно. С учетом требований к высоте потолка в жилых помещениях согласно СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные» [3], можно сказать, что однозонная схема приемлема для зданий высотой 16–20 этажей.

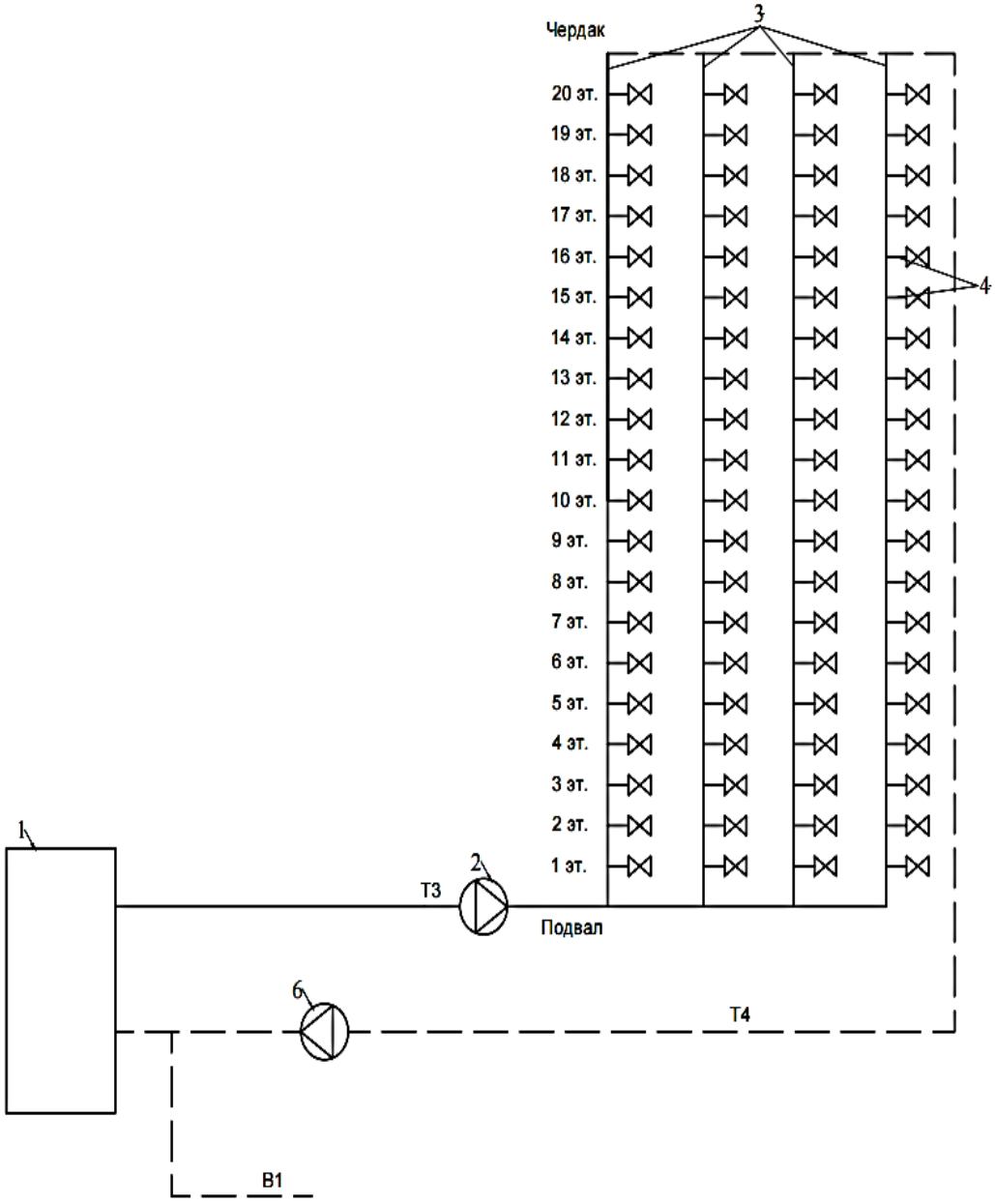


Рисунок 1.7.2 Схема однозонной системы горячего водоснабжения 1 – теплообменник; 2 – повысительный насос; 3 – подающие стояки; 4 – подвод к водоразборным приборам; 6 – циркуляционный насос.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Однозонную схему системы ГВС даже с регуляторами давления лучше рассматривать при напоре не более 45–60 м для обеспечения наибольшей безопасности.

2. Для многоэтажных жилых зданий следует проектировать двухзонную систему ГВС, и уже на этапе архитектурного проектирования

предусматривать технические этажи, чтобы избегать прокладки кольцующих трубопроводов в жилых помещениях.

3. При отсутствии технического этажа, желательно прокладывать кольцующие трубопроводы над нежилыми помещениями типа холла, лестничных клеток и проч.

1.9 Некоторые технические решения для повышения тепло-энерго- эффективности и надежности водоснабжения общего характера

- **Мероприятия по экономии воды:**

1. Использование надежной водоразборной арматуры, уменьшающей утечки воды (арматура с керамическими уплотнениями, седлами из нержавеющей стали, клапанами из высококачественной резины и синтетических уплотнителей и т. д.).

2. Применение смесителей с одной рукояткой, термостатических смесителей, полуавтоматической и автоматической арматуры, снижающих непроизводительные расходы воды.

3. Установка смывных бачков рационального объема (4–6 л), двойного смыва (3,6 л).

4. Снижение избыточного давления в системах холодного и горячего водоснабжения путем использования водонапорных баков, регуляторов давления, расхода, зонирования, регулируемого привода насосов, диафрагмирования подводок, установки аэрирующих насадок, струевыпрямителей.

5. Стабилизация качества и температуры воды, что снизит бесполезные сливы воды низкого качества.

6. Применение оборотных и последовательных систем водоснабжения.

7. Использование дождевых вод для технических и бытовых целей.

8. Установка приборов учета количества потребленной воды.

- **Мероприятия по эффективному использованию тепловой энергии в системах водоснабжения:**

1. Использование местных систем горячего водоснабжения с электрическими и газовыми водонагревателями, значительно снижающими теплопотери в системе.

2. Применение эффективной теплоизоляции.

3. Стабилизация температурного режима в централизованных системах горячего водоснабжения.

4. Применение пластинчатых водонагревателей и автоматизация тепловых пунктов.

5. Установка полотенцесушителей на циркуляционных стояках.

6. Возможность регулирования режима работы полотенцесушителей в теплое время года.

7. Применение пластмассовых труб с малой теплопроводностью.

8. Установка счетчиков тепловой энергии.

- **Мероприятия по эффективному использованию электрической энергии:**

1. Уменьшение массы перекачиваемой воды за счет снижения водопотребления и рационального использования воды.

2. Снижение гидравлического сопротивления трубопроводов путем использования пластмассовых труб, предотвращения зарастания и коррозии внутренней поверхности труб.

3. Применение регулируемого привода для насосных установок.

1.9Выводы по проведенному анализу схем и обустройства систем водоснабжения высотных зданий

Безусловно, при проектировании схемы водоснабжения высотного здания, необходимо учитывать характеристики конкретного объекта, выполнять

подбор и расчёт оборудования исходя из степени благоустройства (а значит и водопотребления) для каждого здания индивидуально, с учётом функционального назначения различных частей здания, количества приборов в системе, удалённости диктующей точки водоразбора, требуемых напора, расхода воды и прочих факторов. Но несмотря на эти условия, при разработке схемы, подборе регулирующей арматуры, повысительных насосных установок необходимо использовать как опыт строительства и эксплуатации уже построенных высотных зданий, так и основные зависимости между параметрами систем водоснабжения высотных зданий, их гидравлических характеристик, характерных для каждой из возможных схем водоснабжения, с выявлением основных закономерностей и зависимостей между параметрами системы и протяженностью сетей, и их изменением при увеличении этажности здания. Основываясь на проведенном анализе был выявлен ряд недостатков. Острым вопросом стоит разработка алгоритма принятия проектных решений при строительстве высотных многопрофильных зданий. В качестве задач данного алгоритма выделены:

- оптимизация гидравлических режимов работы систем водоснабжения зданий, при выявлении зависимостей между параметрами систем и этажностью (или длиной) здания;
- расчёт системы с определением необходимых диаметров, соблюдая как техническую составляющую (пропускная способность, потери давления, оптимальные скорости движения жидкости), так и экономическую.
- плавный пуск повысительных насосных установок, не допускающий возникновения гидроударов;
- использование запорной и регулирующей арматуры, исключающей завихрения потоков жидкости, и соответственно уменьшение шума при работе таких систем.

2 Противопожарное водоснабжение высотных зданий

По статистике одной из основных причин повреждения помещений являются пожары. Ликвидация возгораний автоматической системой водяного пожаротушения считается на сегодня наиболее эффективным и безопасным методом борьбы с огнем.

2.1 Действующие нормативные документы в отношении систем пожаротушения

«Основными нормативными документами при разработке АСПТ, их проектировании, монтаже, наладке, сервисном обслуживании являются: требования Технического регламента, Приказ МЧС России от 25 марта 2009 г. № 175, утвердивший свод правил СП 5.13130.2009 «Система противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования», Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме», национальные стандарты (ГОСТы)».

В Федеральном законе от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» следует отметить несколько статей главы 19 раздела III:

Статья 83. «Требования к системам автоматического пожаротушения и системам пожарной сигнализации»;

Статья 84. «Требования пожарной безопасности к системам оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в зданиях и сооружениях»;

Статья 85. «Требования к системам противодымной защиты зданий и сооружений»;

Статья 86. «Требования к внутреннему противопожарному водоснабжению»;

Статья 91. «Оснащение помещений, зданий и сооружений, оборудованных системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре,

автоматическими установками пожарной сигнализации и (или) пожаротушения».

Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме» ввело в действие «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», заменяющие ранее действовавшие Правила пожарной безопасности в РФ, утвержденные Приказом МЧС России от 18.06.2003 № 313 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03)».

2.2 Виды существующих систем водяного пожаротушения

Системы водяного пожаротушения можно разделить на два основных вида:

«Спринклерные», в которых ороситель (спринклер) вмонтирован в трубопроводную систему, заполненную водой, и постоянно находящуюся под давлением. Существуют варианты комбинированной, водно-воздушной спринклерной системы пожаротушения (СПТ), где подводящий трубопровод всегда заполнен водой, а распределительный и питающий – в зависимости от сезона могут заполняться водой или воздухом. Каждый ороситель закрыт специальной колбой (тепловым замком), которая рассчитана на разгерметизацию при определенной температуре – от 57 до 343 о С, в зависимости от нужд установки СПТ, при этом чувствительные колбы (57 и 68 о С) должны срабатывать в течение не более 5 минут (а в идеале – 2-3 минуты), а высокотемпературные – в пределах 10 минут. Механизм спринклерной СПТ устроен следующим образом: после разгерметизации оросителя давление в трубопроводе падает, открывая клапан в узле управления, и вода устремляется к детектору, фиксирующему срабатывание и подающему командный сигнал на включение насоса. Спринклерные СПТ предназначены для локального обнаружения и тушения очагов возгорания с включением противопожарной сигнализации, систем оповещения о пожаре, противодымной защиты, управления эвакуацией и выдачей информации о

месте пожара. Срок эксплуатации не сработавших спринклеров составляет 10 лет, поврежденные или сработавшие подлежат полной замене.
При проектировании сети трубопроводов их делят на секции, каждая из которых может обслуживать одно или несколько помещений и быть снабжена отдельным узлом управления. Давление в трубопроводе нагнетается и поддерживается автоматическим насосом (водопитателем), чтобы СПТ всегда находилась в состоянии готовности. Минусом спринкерных СПТ является их недостаточная оперативность реагирования на возгорание.

«Дренчерные» СПТ, или так называемые дренчерные завесы, от спринклерных СПТ отличает: отсутствие в оросителях (дренчерах) тепловых замков и, следовательно, срабатывание систем от внешних детекторов пожара – пожарных извещателей, других датчиков, тросов с тепловыми замками и т.д., больший расход воды, возможность одновременного срабатывания всех оросителей. В СПТ могут устанавливаться распылители для выдачи мелкодисперсной воды с размером капель до 150 микрометров (микрон). Сопла оросителей могут быть различных типов: струйными высокого давления, двухфазными газодинамическими, с разбиением жидкости при помощи их ударения с дефлекторами или посредством взаимодействия струй. С нормативной точки зрения водяная завеса длиной в 1 метр должна выдавать в секунду от 0,5 до 1 литра жидкости. При проектировании дренчерных СПТ учитывают: тип дренчера, его напор, количество и расстояние между оросителями, диаметр трубопровода, высоту установки дренчеров, мощность насосов, объем резервуаров с водой. Чаще всего дренчерные СПТ проектируют совместно со спринклерными. Дренчерные завесы решают задачи: локализации пожара, разбиение площадей на секторы, недопущение распространения тепловых потоков и токсических продуктов горения за пределы сектора, охлаждения технологического оборудования до температур ниже критических. По этой причине они находят свое применение для защиты: проемов (дверных,

вентиляционных, оконных, эвакуационных), в том числе постоянно открытых, а также помещений зданий и сооружений большой площади (торговых и выставочных залов, офисов, складов, автостоянок).

2.3 Определение проблемы в вопросе пожаротушения

На сегодня в отечественных нормах отсутствуют четкие рекомендации по проектированию систем пожаротушения для высотных зданий. В связи с этим при решении вопросов выбора схем пожаротушения и их расчета проектировщики вынуждены полагаться на общие положения противопожарной защиты зданий, приведенные в разделе 2.1 данной главы, личный опыт, интуицию и имеющиеся нормативные документы других государств. Довольно много информации можно почерпнуть из российского свода правил [5, 6], а также американских [7] и европейских норм [8]. Особенности проектирования противопожарных систем подробно рассмотрены в работах [9, 10].

2.4 Решения комплексной задачи пожаротушения

Целью данного обзора является поиск экономически обоснованного решения сложной комплексной задачи пожаротушения высотного здания на примере конкретного современного сооружения. При разработке показателей качества для противопожарных водопроводов следует учитывать следующее:

- Строительство многофункциональных высотных зданий обуславливает необходимость изменения основных концептуальных принципов обеспечения водяного пожаротушения. Действующие нормативные документы по проектированию автоматических спринклерных установок пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода в многофункциональных зданиях основаны на следующих концептуальных положениях.
- Для тушения возникшего в помещении загорания предусматриваются спринклерные установки, действие которых предусмотрено в течение 30 мин. /9/, тушение развитого пожара осуществляется с использованием

внутреннего противопожарного водопровода (время работы которого должно быть не менее 3 часов согласно нормам /4/) и передвижной пожарной техники. При этом, как ни странно, до настоящего времени пожарная техника не рассматривается как составляющий элемент комплекса систем противопожарной защиты здания, в частности, в пункте 2.40 МГСН 4.04-94 /10/.

- При спринклировании квартир возникает проблема: как незаметно разместить трубы со спринклерными головками в интерьере квартиры. На малых объемах можно поставить так называемые «пристенные» спринклеры в зоне сопряжения потолка и стены. У таких систем ограниченный радиус действия, поэтому в больших помещениях освободить потолки нельзя. В настоящее время в России рассматриваются варианты замены стальных труб трубами, выполненными из негорючего пластика. Такие трубы не поддерживают горение, а при высоких температурах могут всего лишь деформироваться и потерять герметичность, но в этом случае в зону возгорания поступит больше воды. Пластиковые трубы могут соединяться на клею, более эстетичны и могут быть легче вписаны в интерьер квартиры.
- Еще одна проблема — отвод воды при пожаре. Если предусмотрено спринклирование квартир, в нормах должно появляться требование о 100 % гидроизоляции квартир (а не только зоны санузла), поскольку протечки на нижние этажи приведут к необходимости возмещения ущерба. Необходимо делать уклоны к приемным отверстиям (трап в данном случае не годится, поскольку у него маленькая пропускная способность) и выводить патрубки из водосточных труб (из канализационных труб нельзя из-за запаха) на уровне пола межквартирного холла.

При строительстве здания в первую очередь должен быть смонтирован противопожарный водопровод. Это положение должно быть отражено в

нормативных документах. Пусть эта система находится в «сухом» режиме, но в любой момент в нее можно подать воду и погасить, например, бытовой мусор на любом этаже. Следует обязательно оговорить в нормативных документах, что на временное водоснабжение строящихся объектов должен быть обеспечен противопожарный расход воды. На такое водоснабжение можно поставить временный противопожарный повысительный насос, который может включаться вручную, но в случае возгорания обеспечивает тушение пожара.

Рисунок 2 Распределительная гребенка системы водоснабжения на этаже

2.5 Расходы воды на пожаротушение

В высотных зданиях при пожаре на этажах выше 50 м наружное пожаротушение практически отсутствует. При высоте здания 25–260 м, что является наиболее распространенным параметром, согласно обзору существующих мировых небоскребов /11/, без наружного пожаротушения остаются более 75 % помещений здания. При этом следует учесть, что на наружное пожаротушение нормами предусматривается расход воды не менее 100 л/с. И именно наружное пожаротушение от пожарных машин и гидрантов обеспечивает локализацию и ликвидацию развитых пожаров в зданиях в условиях городской застройки.

Из вышеизложенного следует, что для обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности зданий высотой 100 м и более на этаже, где возник и развивается пожар, расход воды на пожаротушение должен быть существенно больше, чем предусматривается действующими нормами. Очевидно также, что этот расход должен быть сравним с расходом на наружное пожаротушение.

Такой расход может быть обеспечен только внутренним противопожарным водопроводом, что качественно изменяет роль этого элемента комплекса СПТ в обеспечении безопасности высотных зданий.

В существующих и проектируемых зданиях высотой 35–40 этажей и более при разработке технических условий предусматриваются до восьми струй по 5 л/с. Данный расход можно считать в некоторой степени «минимально необходимой величиной». С другой стороны, увеличение числа вертикальных трубопроводов ограничивается площадью этажа высотной части здания, которая составляет, как правило, 2500/3000 кв.м.

Таким образом, необходимость увеличения проектного расхода воды на внутреннее пожаротушение в высотных зданиях является одним из основных вопросов при разработке норм проектирования таких объектов.

Определение конкретного значения расхода воды на внутреннее пожаротушение в высотных зданиях тесно связано с вопросом определения понятия расчетного пожара: на какую продолжительность пожара и на какие его тепловые и другие характеристики должны рассчитываться установки пожаротушения? Анализ нормативных документов и опыта проектирования дает основания считать, что при проектировании систем водяного пожаротушения следует придерживаться сложившихся к настоящему времени понятий о типовой пожарной нагрузке, стандартной динамике температуры при пожаре и других характеристиках пожара. В частности, в нормах «Гостиницы» /12/ введено понятие расчетной нагрузки в 50 кг на кв.м в пересчете на древесину, что может быть использовано и для высотных зданий. В нормативные требования следует включить также положение, что системы

пожаротушения должны рассчитываться на случай возникновения только одного пожара в любом пожарном отсеке здания.

Актуальность этого положения обусловлена тем, что увеличение этажности здания и, как следствие, увеличение в несколько раз числа помещений, где может возникнуть пожар, порождает мнение о необходимости расчета систем на тушение двух пожаров одновременно. Такой подход лишен смысла: одновременное случайное возникновение двух пожаров в разных пожарных отсеках – событие с пренебрежительно малой вероятностью, а умышленный поджог может быть совершен и в трех, и в четырех местах одновременно и не может быть расчетной ситуацией.

Обеспечение необходимого количества воды на верхних этажах высотного здания является, безусловно, наиболее сложной технической задачей. С инженерной точки зрения она может быть частично решена так же, как для хозяйственно-питьевого водопровода, о чем говорится выше.

2.6 Устройство питания систем пожаротушения

Наличие насосов-повысителей на технических этажах не гарантирует наличие воды в системах пожаротушения в случае пожара. Поэтому в мировой практике строительства высотных зданий используются дополнительные водопитатели систем пожаротушения в виде емкостей (баков), расположенных на нескольких технических этажах и на кровле.

Данное решение, безусловно, должно найти отражение в нормах на многофункциональные высотные здания. Дополнительные водопитатели должны использоваться в период нормальной эксплуатации для хозяйственно-питьевых нужд. При этом в них должен постоянно оставаться минимально необходимый объем воды для пожаротушения. Определение величины этого объема воды – задача, которая в настоящее время может быть решена только эмпирически, поскольку дополнительные емкости-водопитатели не могут заменить всю систему противопожарного водоснабжения. Кроме того, количество емкостей будет зависеть от этажности здания.

Поэтому следует нормировать некоторый обобщенный показатель, в качестве которого предлагается установить время работы спринклерной системы и одного пожарного крана в течение менее 10 мин. Кроме того, обязательным условием должна быть установка таких емкостей на верхнем этаже здания, даже при отсутствии технического этажа.

При выполнении предложенного условия емкость дополнительных водопитателей должна быть 6 куб.м и более: верхний предел ограничен, естественно, конструктивными особенностями здания и экономической целесообразностью.

2.6 Надежность систем высотного пожаротушения

Вопросы надежности систем противопожарной защиты отражены в положениях ГОСТ 12.1.004-91 /13/. В отношении систем водяного пожаротушения их можно разделить на две части: надежность систем спринклерного пожаротушения и надежность системы внутреннего противопожарного водопровода.

Стандартом /13/ установлен критерий безопасности людей при пожарах в зданиях: вероятность $Q_в$ воздействия опасных факторов пожара на людей не должна превышать 0,000001 в год. В формулах для расчета величины $Q_в$ используется показатель надежности R спринклерной системы пожаротушения, который рассматривается как вероятность тушения этой системой загорания или пожара на начальной стадии.

Аналитические зависимости для определения стандартного критерия пожарной безопасности позволяют подойти к оценке требуемой надежности спринклерной системы и, как следствие, к надежности системы противопожарного водоснабжения.

В высотных зданиях, как, впрочем, и во всех других типах зданий, безопасность людей обеспечивается, в первую очередь, конструктивными и объемно-планировочными решениями. Согласно стандарту /13/, при обеспечении своевременной эвакуации по эвакуационным путям в

безопасную зону или наружу расчетный критерий безопасной эвакуации $P_{э.п.}$ принимается равным 0,999.

Для расчета показателя безопасности $Q_в$ используется также вероятность возникновения пожара в здании $Q_п$. Однако использование данного показателя приемлемо для однотипных зданий массовой застройки.

В отношении высотных зданий, каждое из которых уникально, следует использовать другой подход: вероятность воздействия опасных факторов на людей не должна превышать величины 0,000001, независимо от частоты возникновения загорания или развития пожаров.

Таким образом, поскольку стандарт [13] допускает, что при пожаре люди могут не успеть самостоятельно эвакуироваться с вероятностью $Q_{нэ} = (1-P_{э.п.}) = 0,001$, эти люди должны быть защищены инженерными системами, в т.ч. системами пожаротушения.

Рассмотрим три основные системы противопожарной защиты: спринклерная система с надежностью $R_с$, система противодымной защиты с надежностью $R_п$, система оповещения с надежностью $R_о$. Каждая из них в отдельности при эффективной работе может обеспечить безопасность людей в случае пожара. Поэтому, используя формулы:

$$Q_в = Q_п(1-P_э)(1-P_{п.з}) \quad (3)$$

где $Q_п$ - вероятность пожара в здании в год; $P_э$- вероятность эвакуации людей; $P_{п.з.}$- вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты;

$$Q = Q_п(1-P_{п.з}) \quad (33);$$

$$P_{п.з} = 1-\prod_{i-1}^{n}(1-R_i) \quad (34)$$

где n - число технических решений противопожарной защиты в здании; R_i- вероятность эффективного срабатывания i-го технического решения;

из ГОСТ 12.1.004-91 [13], получим, что вероятность одновременного отказа перечисленных систем не должна превышать величины 0,001. Предполагая

одинаковую надежность систем, получим, что спринклерная система должна иметь надежность не менее 0,9.

2.7 Обзор на систему пожаротушения в высотке на примере 89-этажного здания

Для примера рассмотрим некоторое высотное здание из [9]. Этот небоскреб имеет 89 этажей. Расход воды для внутреннего противопожарного водопровода такого здания должен составлять не менее 8 струй по 5 л/с [3]. Согласно нормам [6] система автоматического водяного пожаротушения должна быть зонирована по высоте здания в соответствии с принятым разделением по пожарным отсекам и их высотой.

К ней подключается сеть спринклерных головок и сеть установленных над проемами путей эвакуации дренчерных головок. Оросители присоединяются к стоякам внутреннего противопожарного водопровода. На распределительных трубопроводах каждого этажа устанавливается реле потока, обеспечивающее определение адреса пожара. Подача воды в питающие трубопроводы спринклерной установки пожаротушения каждой зоны осуществляется с помощью двух независимых узлов управления. По отдельной системе запитываются пожарные краны. Схема вертикального зонирования здания с традиционным расположением основных структурных элементов показана на рис. 2, а.

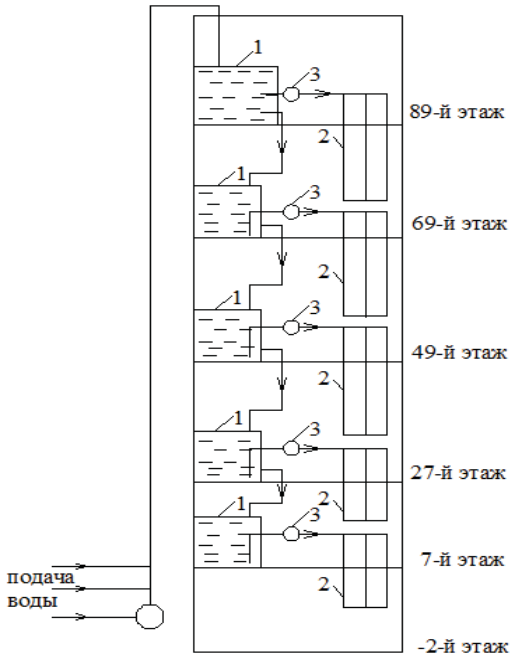


Рисунок 2.1а

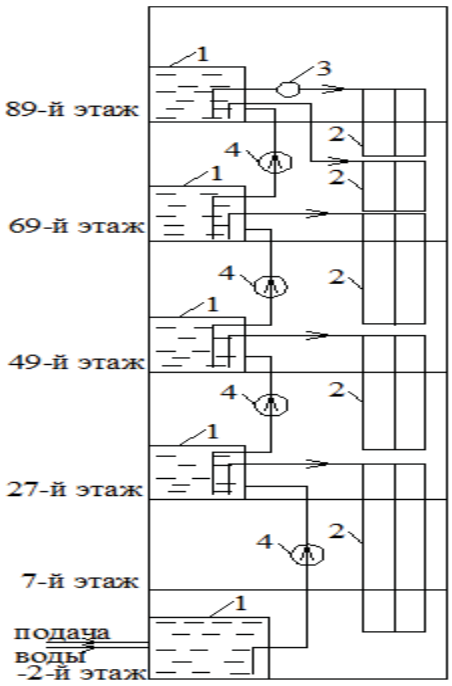


Рисунок 2.1б

1 – напорные баки на технических этажах; 2 – спринклерная система зоны; 3 – пожарные насосы; 4 – подпиточные насосы хозяйственно-питьевого водопровода;

На основании анализа автоматических систем пожаротушения, работающих согласно рис. 2, а на существующих объектах, с учетом установленных недостатков, разработана принципиально иная схема. Предлагается изменить порядок подачи воды и выполнить систему в соответствии с рис. 2, б. Это позволяет сократить количество пожарных насосов, при этом снизив их параметры. Напорные баки на технических этажах содержат постоянный неприкосновенный пожарный запас воды и необходимый объем для хозяйственно-питьевого водопровода. Их наполнение обеспечивается подпиточными насосами бытового водоснабжения, которые при необходимости могут работать на нужды пожаротушения. Количество зон сведено к минимуму, что позволяет существенно снизить затраты материальных ресурсов, так как в состав системы пожаротушения каждой зоны входит много весьма дорогостоящего оборудования. Предложенная схема имеет также важное преимущество в плане надежности работы, поскольку не зависит от состояния верхней

емкости, напорные баки являются взаимозаменяемыми, и система может выполнять свои функции даже при разрушении одного из них.

Рассматриваемое здание имеет довольно большие габариты и должно разделяться на зоны также по горизонтали. Согласно требованиям [3], при имеющихся размерах необходимо выделить 150 таких зон. Для оптимизации процесса их расчета по алгоритму, рекомендованному нормами [3], создана специальная программа в Excel. Расчет начинается для крайней зоны, начиная от самой удаленной точки. Остальные зоны рассчитываются аналогично. Это значительно упрощает проведение расчетов и существенно экономит время. Для защиты стеклянных фасадов запроектирована противопожарная система, выполненная отдельным кольцом. Это позволяет существенно снизить расчетные диаметры трубопроводов и требуемые давления по сравнению с единой системой внутреннего и фасадного пожаротушения.

Так, при расчете объединенной системы необходимый диаметр магистрального трубопровода 3 должен составлять 125 мм при давлении 0,74 МПа. Разделение системы пожаротушения этажа на два кольца (внутреннее и фасадное) позволяет уменьшить диаметр до 89 мм при давлении 0,15 МПа. Снижение диаметра помимо экономии средств на самих трубах также дает возможность существенно снизить стоимость узла управления, так как его подбор осуществляется, исходя из диаметра магистрального трубопровода. Снижение расчетного давления почти в 5 раз позволяет увеличить зону, обслуживаемую одним напорным баком, и соответственно уменьшить их требуемое количество. Для обеспечения давления 0,74 МПа необходимо было бы выделить еще две зоны по вертикали с установкой всего упомянутого ранее дорогостоящего оборудования и соответствующими материальными затратами. Для расчета фасадной системы пожаротушения также создана специальная программа в Excel.

Спринклерные головки, которые предназначены для тушения пожара в отсеке, и спринклеры для защиты фасада имеют разный расход воды и

пиковое давление. Исходя из различной специфики их работы, рассмотрим две принципиально разные конструкции, показанные на рис. 3.

а

б

Рисунок 2.2 – Спринклерные головки: а – стандартного исполнения; б – специальные горизонтальные

Применение схемы с разделением на внутреннее и фасадное кольцо позволяет уйти от требования [4] устанавливать специальные головки для фасадного пожаротушения (рис. 2.2, б). Вместо них могут быть применены обычные спринклерные головки (рис. 2.2, а), расположенные горизонтально. Они вдвое дешевле и, даже учитывая необходимость более частой установки (через 2, а не 3 м), их применение дает существенную экономию капитальных затрат. Пробные запуски системы пожаротушения с применением стандартных спринклерных головок подтвердили ее полную работоспособность. Своеобразность архитектурной формы рассматриваемого здания с использованием смещения основных блоков создает необходимость защиты не только стеклянных фасадов, но и нижнего пространства смещенных блоков, а также имеющихся карнизов. Для такой конструкции при использовании специальных настенных оросителей должны устанавливаться также дополнительные головки, обращенные вверх (рис. 2.3, а). В случае применения стандартных спринклерных головок, расположенных горизонтально, происходит достаточное орошение верхней зоны и защита выступающих частей здания не нужна (рис. 2.3, б). Это обеспечивает дополнительную экономию средств от установки головок именно в таком исполнении.

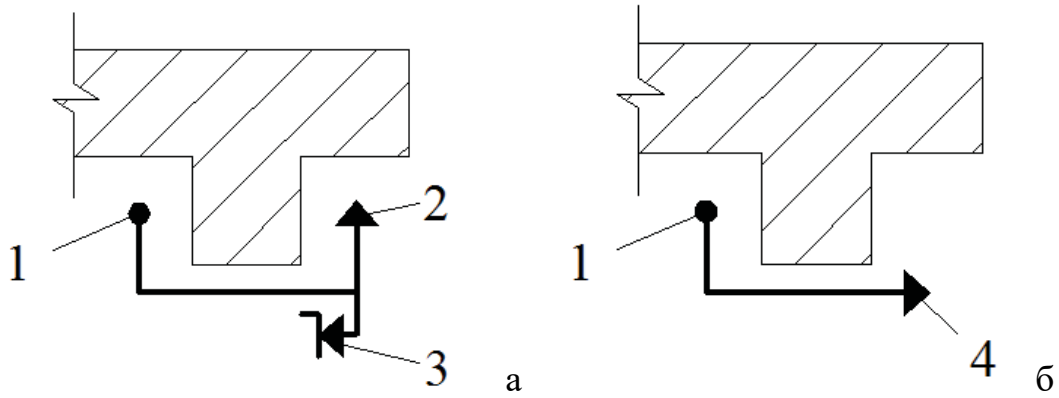


Рисунок 2.3 – Схема установки спринклеров для защиты фасада: 1 – распределительный трубопровод спринклерной системы; 2 – спринклерный ороситель головкой вверх; 3 – спринклерный ороситель настенный; 4 – спринклерный ороситель, установленный горизонтально.

Таким образом, можно выделить следующие преимущества предложенных конструктивных решений:

- установка напорных баков на промежуточных этажах здания позволяет уменьшить требуемую производительность насосов за счет использования гравитационного давления;
- объединение напорными баками функций сохранения неприкосновенного пожарного запаса воды и питания хозяйственно-питьевого водопровода позволяет уменьшить количество пожарных насосов и избежать непроизводственных затрат на простаивающее оборудование и промывку системы;
- взаимозаменяемость напорных баков обеспечивает функционирование системы даже при повреждении одного из них, что заметно повышает надежность пожаротушения;
- выделение фасадной системы пожаротушения в отдельное кольцо позволяет снизить диаметры пожарных трубопроводов и узлов управления, а также расчетное давление, что сокращает общее количество вертикальных зон с соответствующим оборудованием и дает существенную экономию материальных ресурсов;
- применение для фасадного пожаротушения стандартных

спринклерных головок, расположенных горизонтально, позволяет значительно удешевить систему без потери ее функциональности.

Применение автоматических систем локального пожаротушения с учетом предложенных рекомендаций обеспечивает экономичность и повышение эффективности пожарной защиты высотных зданий.

Приведенный выше пример обустройства противопожарной безопасности для высотного здания, основанный на общей концепции оценки пожарного риска, даёт основание утверждать, что в нормативные документы по проектированию многофункциональных высотных зданий должны быть включены требования по надежности элементов систем водяного пожаротушения, чего до сих пор не было.

В частности, допустимые величины наработки на отказ насосов, элементов управления должны быть включены отдельными пунктами.

При этом можно делать ссылки на действующие нормативы, как это делается в слаботочных системах. Например, нормы НПБ 75-98 [14] устанавливают величину наработки на отказ элементов систем оповещения о пожаре, которая используется в расчетах по оценке пожарного риска.

В любом случае, даже независимо от конкретной величины показателя требуемой надежности, включение в нормы такого показателя послужит серьезным основанием для включения в проекты надежного оборудования систем внутреннего пожаротушения.

2.8 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

1. При устройстве систем водяного пожаротушения высотных зданий необходимо предусматривать дополнительные требования по обеспечению пожарной безопасности, изложенные в специальных технических условиях (СТУ) на проектирование, при их наличии.

2. Наружный противопожарный водопровод следует предусматривать в соответствии с СП 31.13330 и СП 8.13130. Размещение пожарных гидрантов

должно обеспечивать возможность подачи воды на тушение пожара со стилобата.

3. Внутренний противопожарный водопровод (ВПВ) высотных зданий в зависимости от высоты и допустимых давлений может быть разделен на отдельные зоны. Водоснабжение отдельных зон может осуществляться по двум схемам: - подача воды в каждую зону по трубопроводам насосами, установленными не ниже первого подземного уровня (этажа) здания, при обеспечении расчетных рабочих давлений на элементах сети ВПВ; - подача воды в каждую зону по трубопроводам насосами, установленными на различных уровнях (этажах) здания, в случае невозможности обеспечить допустимое рабочее давление на элементах сети ВПВ.

4. ВПВ высотных зданий может быть, как самостоятельным, со своими насосными станциями (установками), выполненными в соответствии с СП 5.13130, так и совмещенным с АУПТ. Решение о необходимости устройства АУПТ принимают в соответствии с требованиями СП 5.13130 и СТУ. При этом следует учитывать одновременное действие пожарных кранов, спринклерных и (или) дренчерных установок, а также дренчерных завес.

5. ВПВ и АУПТ каждой зоны должны иметь по два патрубка с соединительными головками диаметром 80 мм для подключения передвижной пожарной техники снаружи здания (по СП 10.13130). Подачу воды при этом следует обеспечивать установкой задвижек и обратных клапанов, размещаемых внутри здания, но управляемых снаружи.

6. Расход воды в системе внутреннего пожаротушения следует определять в соответствии с СП 10.13130.2009 (таблица 3) или приложением В настоящего стандарта, а также с учетом требований 7 – 11.

7. Расход воды на внутреннее пожаротушение в каждом пожарном отсеке высотного здания с помещениями общественного назначения должен, как правило, составлять восемь струй по 5 л/с каждая, а в пожарных отсеках с жилыми помещениями – не менее чем четыре струи по 2,5 л/с каждая.

8. Допускается предусматривать в пожарных отсеках высотного здания с помещениями общественного назначения использование для внутреннего пожаротушения струй с расходом 2,5 л/с, при условии устройства стояков, обеспечивающих подачу струй воды с расходом 5 л/с. При этом общий расход должен составлять не менее 40 л/с.

9. Расход воды и число струй на внутреннее пожаротушение в общественных зданиях высотой свыше 50 м и объемом до 50 000 м3 следует принимать не менее 40 л/с, из которых от пожарных кранов – четыре струи по 2,5 л/с каждая и 30 л/с на пожарный стояк.

10. Расход воды и число струй на внутреннее пожаротушение в общественных зданиях высотой свыше 50 м и объемом свыше 50 000 м3 следует принимать не менее 50 л/с, из которых от пожарных кранов – восемь струй по 2,5 л/с каждая и 30 л/с на пожарный стояк.

11. Независимо от числа пожарных струй (от одной струи с расходом 2,5 л/с до восьми струй с расходом 5 л/с каждая), расстановка пожарных кранов должна производиться из условия возможности орошения каждой точки защищаемого помещения на этаже двумя струями воды – по одной струе из двух соседних стояков (разных пожарных шкафов). Если расчетное число пожарных струй больше четырех, на стояках следует устанавливать сдвоенные пожарные краны. При необходимости охлаждения перекрытия, локализации возгорания прилегающих помещений или помещений на смежных этажах могут быть использованы дополнительные пожарные краны, расположенные на стояках. Для определения рабочих параметров насосной установки пожаротушения, диаметров магистралей и стояков учитывается максимальное число пожарных кранов, одновременно используемых для тушения пожара, и значение необходимого расхода воды при этом

12. Пожарные стояки следует монтировать одновременно с возведением каркаса здания.

13. Соединительные головки пожарных стояков, предназначенные для соединения напорных рукавов с пожарным оборудованием или между

собой, должны быть расположены в нишах, имеющих двери с замками. Соединительные головки пожарных стояков, выведенные наружу здания, располагают в местах, доступных для подъезда пожарных автомобилей, и обозначают световыми указателями и пиктограммами, выполненными по ГОСТ Р 12.4.026.

14. Пожарные краны следует комплектовать ручными перекрывными пожарными стволами с изменяющимся углом распыла струи (от компактной до распыленной). Расход воды через пожарный ствол уточняют в зависимости от давления перед стволом. Давление воды у пожарных кранов должно быть не менее 0,2 МПа и не более 0,5 МПа. Примечание – Давление воды у пожарных кранов принимают в зависимости от длины пожарных рукавов по СП 10.13130.2009 (таблица 3) или приложению В настоящего стандарта.

15. Внутренние пожарные краны следует устанавливать преимущественно у входов, в вестибюлях, коридорах, проходах, тамбур-шлюзах (лифтовых холлах) лифтов, предназначенных для транспортирования пожарных подразделений, и в других наиболее доступных местах, при этом их конструктивные решения не должны препятствовать безопасной эвакуации людей из здания. Установка внутренних пожарных кранов на площадках незадымляемых лестничных клеток типа Н2 не допускается.

16. В квартирах и апартаментах высотных зданий должны быть предусмотрены краны в системе водоснабжения для обеспечения внутриквартирного первичного пожаротушения:

- отдельные водоразборные краны на квартирной разводке хозяйственно-питьевого водопровода со шлангом длиной 15 м с наконечником и спрыском (СП 54.13330.2011, пункт 7.4.5);
- переносные компактные, быстродействующие воздушно-эмульсионные огнетушители (СП 9.13130.2009, приложение А).

17. Установка спринклеров АУПТ должна быть предусмотрена в соответствии с требованиями СП 5.13130.

18. В зданиях высотой до 150 м с незадымляемыми лестничными клетками типа Н1 (классификация по [2], статья 40) на балконах рекомендуется предусматривать сухотрубы диаметром 89 мм с подключенными на каждом этаже двумя патрубками диаметром 66 мм с вентилями и соединительными головками для подключения пожарных рукавов и стволов. В нижней части сухотруба должны быть установлены две соединительные головки по 13.

19. Устройство сухотрубов и оборудования для подачи на этажи здания воды и огнетушащих веществ на площадку аварийно-спасательных кабин пожарного вертолета следует предусматривать в соответствии с СТУ на противопожарную защиту.

3 Водопроводные сети высотных зданий

3.1 Водопроводные сети

Водопроводные сети в зданиях могут иметь различную конфигурацию. Сети состоят из: магистральных трубопроводов распределительных трубопроводов (стояков), подводок к водоразборной арматуре.

3.1.1 Схемы водопроводных сетей

Схемы водопроводных сетей бывают тупиковыми, кольцевыми, комбинированными. По расположению магистральных трубопроводов: с нижней горизонтальной, с верхней горизонтальной, с вертикальной разводкой. По виду подачи воды различают сети: циркуляционные напорные и самотечные, двойные.

Магистральные трубопроводы в сетях с нижней разводкой размещают в подвале или техническом подполье здания, а в сетях с верхней разводкой — под потолком верхнего этажа, на чердаке или в техническом этаже здания. Трубопроводы, прокладываемые в неотапливаемых помещениях, должны быть утеплены, если температура воздуха опускается ниже - 2 °С.

Водопроводная сеть высотных зданий состоит из самостоятельных зон, не соединенных одна с другой. В каждой зоне хозяйственно-питьевой водопроводной сети гидростатический напор не должен превышать допустимую величину $H_{доп}$, равную 60 м (для противопожарного водопровода — 90 м).

Подача воды в водопроводные сети каждой последующей зоны производится отдельными повысительными насосами. Если воду из водонапорного бака, размещенного в одном техническом этаже, передают насосами в бак, обслуживающий сеть другой зоны, то такая схема называется последовательной. Если воду подают в сеть каждой зоны повысительными насосами, размещенными централизованно в первом техническом этаже (в подвале), то такая схема называется параллельной.

3.1.2 Выбор схемы водопроводной сети

При выборе схемы водопроводной сети следует учитывать: места размещения водоразборной арматуры на каждом этаже, условия подачи и режим потребления воды; удобство монтажа и ремонта всех трубопроводов. При проектировании систем водоснабжения стремятся к рациональному размещению трубопроводов, приблизив их к водоразборным устройствам. Например, в жилых и общественных зданиях водоразборную арматуру соединяют поэтажно стояками, прокладывая более короткие подводки к арматуре.

3.2 Конструирование водопроводной сети

3.2.1 Трассировка внутренней сети

Трассировку внутренней сети начинают от водоразборных приборов: на планах этажей и разрезах здания намечают места прокладки труб, подающих воду к приборам (разводки), а также стояков.

3.2.2 Разводка

Разводки (подводки к приборам) прокладывают, как правило, открыто по стенам душевых, кухонь и других помещений. Рационально размещать их под санитарно-техническими приборами на высоте 15 – 40 см над полом и при необходимости закрывать плинтусом из керамической плитки.

3.2.3 Стояки

Стояки прокладывают по возможности в местах расположения наибольшего количества водоразборных приборов так, чтобы их количество и длина разводок к водоразборным приборам были минимальными. Они должны располагаться около стен и перегородок, колонн, допускающих крепление трубопроводов. Наличие на стояках изгибов и поворотов в виде

петель нежелательно, так как в них образуются воздушные пробки, которые нарушают работу сети.

3.2.4 Магистрали

Магистрали прокладывают так, чтобы объединить все стояки и трубопровод, подающий воду в здание. На сетях с нижней разводкой их размещают в подпольях, подвалах, технических этажах или в первом этаже, подпольных каналах, под полом с устройством съемного фриза, по конструкциям зданий, на которых допускается открытая прокладка трубопроводов. При верхней разводке магистралей они монтируются на чердаке здания, под потолком верхнего этажа. В нижних точках необходимо установить спускные устройства (тройники или муфты с пробками для спуска воды).

На основе проведенной трассировки строится аксонометрическая схема, на которой намечают места установки арматуры.

3.2.5 Материалы водопроводной сети

Для устройства водопроводных сетей холодного и горячего водоснабжения СНиП 2.04.01-85*рекомендует применять трубы: пластмассовые, металлополимерные, из стеклопластика, стальные, чугунные, асбестоцементные. Допускается применять медные, бронзовые, латунные трубы и фасонные части к ним.

3.2.6 Арматура внутреннего водопровода

Во внутренних водопроводах, в зависимости от назначения, различают арматуру: запорную, водоразборную, регулировочную, предохранительную. К трубопроводам арматуру присоединяют на резьбе, с помощью фланцев. Арматуру изготовляют из чугуна, стали, латуни, пластмассы.

3.2.7 Запорная арматура

К запорной арматуре относятся: пробковые проходные краны, запорные вентили, задвижки, шаровые краны. Запорная арматура предназначена для отключения отдельных участков водопроводной сети. Запорную арматуру устанавливают: у основания стояков водопроводной сети в зданиях; на всех ответвлениях от магистральных трубопроводов; на кольцевой магистральной сети; у основания пожарных стояков, на ответвлениях в каждую квартиру; на подводках к промывным канализационным устройствам (бачкам, смывным кранам) и т.д.

Расстояние от магистрали до запорной арматуры, установленной на стояках и ответвлениях, не должно превышать 120 мм.

3.2.8 Водоразборная арматура

К водоразборной арматуре относятся краны водоразборные, туалетные, смесительные, лабораторные, банные, поливочные, писсуарные, смывные, пожарные и т.д.

В зависимости от вида перемещения затвора водоразборную арматуру подразделяют на два типа: вентильную, пробковую.

3.2.9 Регулировочная арматура

К регулировочной арматуре относятся: регуляторы расхода, напора, регулировочные вентили и т.п.

Регулировочная арматура предназначена для регулирования расхода воды, поддержания определенного напора в сети или перед водоразборными приборами.

3.2.10 Предохранительная арматура

К предохранительной арматуре относятся предохранительные клапаны, обратные клапаны.

Предохранительная арматура предназначена для защиты от повреждения сети и оборудования при внезапном повышении напора. Обратные клапаны

предусматриваются на обводной линии насосов, на напорном патрубке каждого насоса, на вводах, если на внутренней водопроводной сети размещают водонапорные баки или проектируют несколько вводов, соединенных между собой трубопроводами внутри здания.

Воздухоотводчики устанавливают обычно в верхних точках сетей с верхней разводкой, верхних коллекторов, верхних коллекторов, соединяющих несколько стояков, и других точках, где возможно скопление воздуха. Перед воздухоотводчиком предусматривается запорная арматура.

3.3 Режимы и нормы водопотребления. Стабилизация давлений. Расчет внутреннего водопровода. Местные водонапорные установки в системах водоснабжения зданий.

3.3.1 Режим водопотребления

Режим водопотребления во внутренних водопроводах характеризуется неравномерностью и зависит от этажности и назначения здания, от числа водоразборных устройств, от числа потребителей и многих других факторов.

Расход воды в зданиях по часам суток изменяется существенно: наблюдаются периоды минимальных, увеличенных и максимальных расходов. В ночное время, например, в жилых и общественных зданиях полезный расход воды может отсутствовать. Неравномерность потребления воды наблюдается и в другие интервалы времени: сутки, месяцы. Для определения максимального, минимального и среднего расходов воды, а, следовательно, и коэффициента неравномерности (часовой или суточной) строят графики изменения расходов.

Отношение максимального часового расхода воды к среднечасовому называется коэффициентом часовой неравномерности.

Количество воды, отнесенное к единице измерения (времени, процедуре, единице продукции и т.п.), называется нормой водопотребления. Нормы водопотребления устанавливают опытным путем в зависимости от степени благоустройства зданий, условий технологии производства, климатических и

других условий. Принятые нормы водопотребления для различных потребителей приведены в СНиП.

Водоразборное устройство (арматура) из числа установленных на сети внутреннего водопровода, расположенное выше всех других и находящееся дальше других от точки присоединения внутренней сети к наружной, а также имеющее наибольший рабочий напор H_f, называется диктующим водоразбором, или диктующей точкой (арматурой).

3.3.2 Стабилизация давлений (напоров)

Как известно, гидравлический режим в сетях внутреннего водопровода характеризуется неравномерностью водопотребления и нестабильностью напоров, что приводит к непроизводительным расходам воды и утечкам. Создание условий, обеспечивающих стабилизацию напоров в сетях внутреннего водопровода, является очень важной задачей, решение которой дает экономию природной воды, средств на ее очистку и транспортирование к местам потребления.

Стабилизация напоров с целью уменьшения или ликвидации избыточных напоров достигается установкой регуляторов давления, дросселированием, зонированием.

Параллельное зонирование сетей в микрорайонах с разноэтажной застройкой приводит к максимальному использованию гарантированного напора в нижних этажах зданий; верхние этажи обеспечиваются напором от повысительных насосных установок. Экономия электроэнергии, которая ранее затрачивалась на подачу бесполезно расходуемой воды, и экономия воды питьевого качества компенсируют дополнительные затраты на прокладку двух сетей. Расчеты подтверждают экономическую эффективность применения системы параллельного зонирования — срок окупаемости, в среднем, составляет 2,5-4,5 года (при нормативном сроке 8 лет). Для обеззараживания воды перед подачей потребителю приняты 3 установки серии УОВ-УФТ-АМ-36, рассчитанные на расход от 480 $м^3$/ч до 74 $м^3$/ч.

3.3.3 Расчет внутреннего водопровода

Для проведения расчета внутреннего водопровода должны быть:

- выявлены основные потребители воды на хозяйственно- питьевые, производственные и противопожарные нужды;
- выбрана принципиальная система водоснабжения;
- составлена аксонометрическая схема внутренней водопроводной сети, т.е. уточнены точки ее присоединения к наружной сети (источнику снабжения водой);
- определены места размещения водомерных узлов, водонапорных установок и водоразборной арматуры;
- определены диктующая (расчетная) водоразборная точка (арматура) и «расчетное направление» от этой точки до колодца наружной сети. Для выполнения расчета необходимо знать нормы водопотребления, число потребителей, число и характеристики водоразборной арматуры (нормативные расходы и напоры).

Расчет внутреннего водопровода включает: определение общего расхода воды; гидравлический расчет отдельных участков расчетного направления водопроводной сети; подбор водосчетчика, водонапорных установок и другого оборудования.

Основная цель гидравлического расчета — определение диаметров отдельных участков водопроводной сети и требуемого напора для обеспечения надежной подачи воды к водоразборным устройствам.

3.3.4 Расчетные расходы воды

Максимальный суточный расход воды, $м^3$ /сут, на хозяйственно-питьевые нужды в жилых зданиях определяют по формуле:

$Q_{сут}=Q_0UK_{сут}$ /1000,

где Q_0 — норма максимального потребления воды на одного человека, л/сут·чел); U — расчетное число жителей; Ксут — коэффициент суточной неравномерности потребления воды.

Расход воды для расчета внутреннего водопровода определяют, как сумму максимальных расходов воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

Магистральные трубопроводы внутреннего водопровода, рассчитанные на этот общий расход воды, проверяют на пропуск противопожарного расхода воды, допуская при этом увеличение скорости движения воды не более чем в 2 раза.

Одновременное включение водоразборов является случайным процессом, который подчиняется закономерностям теории вероятности и математической статистики.

3.3.5 Определение максимально-секундных расходов воды

Расчетный секундный расход воды, л/с, на участке определяют по формуле:

$q_p = 5\alpha\, q_Q$,

по этой формуле определяют вероятность P для всего здания:

$P=q_{hr}U/3600_{q0}N$

Число потребителей U в современных жилых зданиях определяют либо по средней заселенности U_0 и числу квартир $n_{кв}$, ($U = U_0.\, n_{кв}$), либо по санитарной норме жилой площади f и всей жилой площади F в здании: U = F/f.

3.3.6 Определение часовых расходов воды

Для расчета и подбора оборудования (баков, насосов, водосчетчиков) определяют часовые расходы воды:

$$q_{hr} = 0.005\, q_{0,hr}\, \alpha_{hr},$$

где $q_{0,hr}$— часовой расход воды, л/ч, водоразбор устройства с максимальным расходом.

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

3.3.7 Определение диаметров труб

Определение диаметров труб на расчетном участке — наиболее ответственная часть расчета водопроводной сети. Диаметры труб определяют по расчетному расходу воды, проходящему по данному участку и наиболее экономичной скорости:

$$d=1.13\sqrt{q_p}/V$$

Экономически наивыгоднейшая скорость движения воды зависит от ряда условий: стоимости энергии, состояния внутренней поверхности труб, расчетного срока окупаемости сети, стоимости прокладки, монтажа труб и др.

Подбор диаметров производят по средним скоростям, рекомендованным СНиП. Скорость движения воды в магистральных трубопроводах и стояках рекомендуется принимать не более 1,5 м/с, в подводках к водоразборным устройствам — не более 2,5 м/с. Экономичными можно считать скорости в хозяйственно-питьевом водопроводе 0,9—1,2 м/с, в трубопроводах производственных водопроводов — не более 1,2 м/с, в трубопроводах спринклерных и дренчерные установок — не более 10 м/с.

Диаметры труб обычно назначают по расчетным расходам и рекомендованным скоростям движения воды, пользуясь таблицами Шевелева.

3.3.8 Определение потерь напора

В сетях внутреннего водопровода определяют потери напора на трение по длине труб для каждого расчетного участка, потери напора на местные сопротивления в соединительных частях и арматуре.

Потери напора на трение по длине труб определяют по формулам:

$$h_l = il;$$

где l — длина расчетного участка трубопровода данного диаметра, м; S — гидравлическое сопротивление трубопровода; q_p — расчетный расход воды на участке трубопровода, л/с; A — удельное сопротивление трубы; i —

гидравлический уклон. Местные потери напора в сетях внутреннего водопровода составляют 10—30 % потерь напора по длине труб.

После гидравлического расчета отдельных участков труб на главном расчетном направлении иногда производят расчет других распределительных трубопроводов (ответвлений). При однотипных конструктивных решениях участков водопроводной сети (стояки, подводки к водоразборной арматуре) диаметры отдельных трубопроводов принимают по аналогии с рассчитанными участками.

3.3.9 Определение требуемого напора

Требуемый напор (давление) Нтр, м, для внутреннего водопровода определяют по формуле:

$$H_{тр} = H_{геом} + h_{вв} + h_{вод} + \sum h_l + \sum h_м + H_f$$

где $H_{геом}$— геометрическая высота подъема воды, м, от отметки грунта у места присоединения ввода к наружной водопроводной сети до отметки диктующего водоразборного устройства; $h_{вв}$ — потеря напора во вводе, м; $h_{вод}$— потеря напора в водомерном узле, м; $\sum h_l$ — сумма потерь напора на расчетном направлении от водомерного узла до диктующего водоразборного устройства, м; $\sum h_м$ — сумма потерь напора в местных сопротивлениях, м; Hf — рабочий (свободный) напор у диктующего водоразборного устройства, м.

3.4 Местные водонапорные установки в системах водоснабжения высотных зданий

К водонапорным установкам для внутренних водопроводов относятся: насосные повысительные водонапорные установки, пневматические установки, водонапорные баки. Водонапорные установки служат для повышения недостающего напора в сети внутреннего водопровода до значения, которое определяют как разность между требуемым напором при расчетном расходе воды и наименьшем (гарантированном) напоре на вводе.

3.4.1 Насосные повысительные водонапорные установки

В водонапорных установках применяют центробежные насосы, соединенные с электродвигателями. На всасывающих линиях каждого насоса устанавливают задвижку, а на напорной линии — обратный клапан, задвижку и манометр.

Число насосов определяют расчетом. Кроме рабочих насосов предусматривается установка резервных. Насосные установки монтируют с последовательным, параллельным соединением насосов. Размещают насосы в помещении центрального теплового пункта, бойлерной, котельной или в помещении подземной насосной.

Напор (давление), который должны создавать насосы (недостающий напор), зависит от минимального (гарантированного) напора в наружной сети (до насоса) и требуемого напора для обеспечения подачи расчетного количества воды к диктующему водоразборному устройству, т.е. $H_р = H_{тр} - H_{гар}$, где $H_{тр}$ — требуемый напор в здании, $H_{гар}$ — заданный гарантированный напор в сети наружного водопровода, м.

3.4.2 Пневматические водонапорные установки

Основным элементом пневматической установки является герметичный бак (гидропневмобак), из которого вода под давлением подается в распределительную сеть внутреннего водопровода. Требуемый напор в пневмобаке может быть создан насосом или компрессором при подаче в пневмобак воды или сжатого воздуха. Обычно гидропневматические баки работают совместно с насосами, образуя гидропневматическую установку.

3.4.3 Водонапорные баки

Водонапорные баки предназначены для аккумуляции воды (как регулирующие емкости) при колебании количества воды, поступающей в баки

и расходуемой потребителями из баков, сохранения запаса воды, часто необходимого на противопожарные или технологические нужды. Водонапорные баки размещают в специальных пристройках, башнях, на чердаках, технических этажах. Помещение для баков должно быть изолировано, оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, освещением и отоплением. Баки оборудуют подающим, разводящим, спускным, переливным, сигнальным трубопроводами. Запасной объем воды на противопожарные нужды предусматривается из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара из пожарных кранов при ручном или автоматическом включении пожарных насосов.

3.5. Противопожарные водопроводы. Поливочные водопроводы

3.5.1 Противопожарные водопроводы

Для защиты зданий и отдельных объектов от пожаров устраивают наружные, внутренние противопожарные водопроводы.

Внутренние противопожарные водопроводы, в зависимости от огнеопасности и этажности зданий, устраивают раздельными, объединенными с водопроводом другого назначения.

Проектируют следующие системы противопожарного водопровода в зданиях: противопожарные водопроводы с пожарными кранами; автоматические (спринклерные) в зданиях, требующих повышенной защиты; полуавтоматические (дренчерные) установки.

Противопожарные водопроводы устраивают: в зданиях высотой 17 этажей и более — раздельный противопожарный и хозяйственно-питьевой водопровод.

Максимальный напор в объединенном противопожарном водопроводе на отметке наиболее низко расположенного водоразбора и пожарного крана должен быть не более 45 м, а у раздельного противопожарного водопровода — не более 90 м.

3.5.2 Система противопожарного водопровода с пожарными кранами

В состав оборудования пожарного крана входят: пожарный вентиль диаметром 50 или 65 мм, присоединенный к ответвлению стояка; пеньковый рукав (шланг) того же диаметра длиной 10, 15 и 20 м с быстросмыкающимися полугайками; пожарный ствол с наконечником (спрыском) диаметром 13, 16 и 19 мм. Пожарные краны размещают в шкафчиках с надписью ПК на высоте 1,35 м над полом в легкодоступных местах (в вестибюлях, коридорах, на лестничных площадках, в проходах и пр.). Спаренные краны допускается располагать один над другим на высоте не менее 1 м от пола.

Число пожарных кранов в системе назначают с учетом орошения всех площадей помещений здания расчетным числом компактных (нераздробленных) струй.

Расчетный секундный расход воды на нужды пожаротушения определяют по формуле:

$q_{пож} = q_{0n}\, n_{ст}$,

где $n_{ст}$ — число одновременно действующих пожарных струй; q_{0n} — расчетный расход воды на одну струю, л/с. Расчетный расход воды (производительность одной струи) $д_{0п}$ зависит от диаметра пожарного крана, высоты компактной струи, диаметра спрыска наконечника пожарного ствола, напора, длины и диаметра пожарного рукава.

В зданиях высотой 17 этажей и более противопожарные сети оборудуют резервными наружными патрубками диаметром 80 мм для присоединения рукавов пожарных автомобилей с установкой обратного клапана и задвижки. Запорная арматура должна находиться в основании каждого пожарного стояка и на каждой перемычке.

3.5.3 Автоматическая (спринклерная) система пожаротушения

Спринклерные противопожарные установки предназначены для автоматического тушения пожара, возникшего в помещении. Одновременно с

подачей воды возникает сигнал тревоги. Спринклерные установки применяют в помещениях с повышенной пожарной опасностью. Установка состоит из следующих основных элементов: спринклерных головок, смонтированных на ветвях, распределительной сети, контрольно-сигнального пускового клапана и главной задвижки, смонтированных на главном подающем стояке, автоматического водопитателя (бака), устройства для присоединения резервного водопитателя, основного водопитателя, состоящего из импульсного гидропневмобака объемом 0,5 м 3 , насосной установки, водомерного узла, присоединенного к магистральному трубопроводу наружного водопровода. Установки могут состоять из нескольких секций, имеющих не более, чем по 800 спринклеров, и объем всех трубопроводов не более 2 м 3 в каждой секции.

Спринклерные установки бывают водяные, воздушные, водовоздушные. Водяные системы применяют в отапливаемых помещениях, воздушные и водовоздушные — в неотапливаемых, а также в районах, где продолжительность отопительного сезона менее 240 дней. В водяных системах оросители (спринклеры) устанавливают розетками вниз, а в других системах — розетками вверх. Спринклерные головки (оросители) ввертывают на резьбе в стальные трубы на расстоянии 3—4 м друг от друга в шахматном порядке в плане. Один из основных элементов установки — контрольно-сигнальный (пусковой) клапан (КСК), который, в зависимости от типа спринклерной установки, бывает водяной, воздушный, водовоздушный.

3.5.4 Дренчерные полуавтоматические установки

Бывают заливные (во взрывоопасных помещениях), сухотрубные. Оборудование этих установок состоит из сети с открытыми оросителями (дренчерами), автоматического и основного водопитателей, узла управления в виде запорной арматуры или клапанов группового действия, которые открываются только при возникновении пожара. При включении установки образуется водяная завеса, которая предотвращает распространение пожара в

другие помещения. Дренчер состоит из головки с диафрагмой, рамы, розетки. Размещают дренчеры на расстоянии не более 3 м друг от друга и не более 1,5 м от стен защищаемого помещения.

3.5.5 Внутриквартирное пожаротушение

На сети хозяйственно-питьевого водопровода следует предусмотреть отдельный кран для присоединения шланга (рукава) в целях возможного его использования в качестве первичного устройства внутриквартирного пожаротушения на ранней стадии его возгорания.

Шланг должен обеспечивать возможность подачи воды в любую точку квартиры с учётом длины струи (3м), быть длиной не менее 15м (менее – в небольших квартирах) диаметром 19мм и оборудованным распылителем. Дополнительных гидравлических расчётов не требуется.

Помещения квартир (кроме санузлов, ванных комнат, душевых, постирочных, саун) следует оборудовать автономными оптико- электронными дымовыми пожарными извещателями. Извещатели устанавливаются, как правило, на потолке. Допускается их установка на стенах и перегородках помещений не ниже 0,3м от потолка.

3.5.6 Поливочные водопроводы

Поливочные водопроводы устраивают для поливки зеленых насаждений и территорий в летнее время на площадках промышленных предприятий, в садах, парках, скверах, стадионах. Сеть поливочного водопровода. Трубопроводы распределительной сети прокладывают в земле или на опорах по поверхности земли с уклоном не менее 0,005 к специально установленным спускным кранам для возможности полного опорожнения всей сети.

Поливочные краны размещают в нишах наружных стен здания через каждые 60—70 м по его периметру на высоте 0,35 в отмостке здания. На каждом трубопроводе подводки от сети внутреннего водопровода к поливочному крану устанавливают вентиль и спускной кран (или пробку) для

опорожнения на зимний период. При необходимости (для мытья полов и пр.) поливочные краны с подводкой к ним холодной и горячей воды устанавливают внутри помещений на высоте 1,25 м от поверхности пола.

3.6 Горячее водоснабжение зданий. Устройство, схемы, особенности устройства сети, водонагреватели.

Горячее водоснабжение представляет систему устройств и трубопроводов для подогрева воды до расчетной температуры и распределения ее потребителям. Системы горячего водоснабжения могут быть местными, централизованными.

3.6.1 Местные системы горячего водоснабжения

Местные системы применяются для отдельно стоящих зданий с небольшим расходом. Местной (децентрализованной) называется такая система, когда приготовление горячей воды осуществляется у места ее потребления. В местных системах горячего водоснабжения источником тепла может служить: пар; перегретая вода; твердое или газообразное топливо; электроэнергия; солнечная энергия; тепло промышленных предприятий.

3.6.2 Местные водонагреватели системы горячего водоснабжения

Для приготовления горячей воды в местных системах водоснабжения применяют различные водонагреватели: водогрейные колонки, газовые, электроводонагреватели, солнечные водонагреватели, водогрейные котлы малой производительности, теплоуловители.

3.6.3 Централизованные системы

3.6.3.1 Элементы системы централизованного горячего водоснабжения

Система горячего водоснабжения обеспечивает бесперебойную подачу воды потребителю с температурой не менее 50^0 С и не более 75^0 С. Элементы

системы централизованного горячего водоснабжения аналогичны элементам системы холодного водоснабжения. Кроме основных элементов (ввод, водомерный узел, сеть, арматура) в системе горячего водоснабжения добавляются: генератор тепла, тепловой ввод, водонагреватели (или устройства для разбавления воды), циркуляционные трубопроводы, полотенцесушители, установки для подготовки воды.

3.6.3.2 Системы и схемы централизованного горячего водоснабжения

Централизованные системы горячего водоснабжения (ЦГВ) устраивают при наличии мощных источников тепла (ТЭЦ, районные котельные и т.д.). В зависимости от назначения системы горячего водоснабжения разделяют на: хозяйственно-бытовые, производственные.

В централизованных системах приготовление горячей воды для всех объектов осуществляется в одном месте − в тепловых пунктах (центральных, индивидуальных − ЦТП, ИТП), куда подается холодная вода и теплоноситель (пар или перегретая вода). Воду при этой системе готовят в водонагревателях или водогрейных котлах большой производительности путем нагревания по двум схемам: «закрытой», «открытой».

3.6.3.3 Схемы сетей горячего водоснабжения

Система горячего водоснабжения имеет много общего с холодной. Так сеть горячего водоснабжения может быть с нижней и верхней разводкой, тупиковой или кольцевой. Но в отличие от холодного водопровода кольцевая сеть выполняется с другой целью — сохранение высокой температуры у потребителя.

Схемы горячего водоснабжения с циркуляционным трубопроводом различны. Наибольшее распространение в системе горячего водоснабжения получили двухтрубные схемы, в которых циркуляция по стоякам и магистралям осуществляется с помощью насоса, забирающего воду из обратной магистрали и подающего к водонагревателю. Схема с

односторонним присоединением водоразборных точек к подающему стояку и с установкой полотенцесушителей на обратном стояке является наиболее распространенной. Данная схема самая надежная в эксплуатации, но ее недостаток большая металлоемкость.

3.6.4 Требования к качеству воды для горячего водоснабжения

Качество горячей воды должно отвечать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

3.6.4.1 Температура горячей воды

Температуру горячей воды в местах водоразбора следует предусматривать:

- не ниже 60°С — для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединенных к «открытым» схемам теплоснабжения;
- не ниже 50°С — для централизованных систем горячего водоснабжения, присоединенных к «закрытым» схемам теплоснабжения;

3.6.5 Оборудование для приготовления и хранения горячей воды

3.6.5.1 Водоподогреватели для централизованного горячего водоснабжения

Водоподогреватели подразделяются на: ёмкостные, скоростные. В зависимости от вида теплоносителя водоподогреватели подразделяются на пароводяные, водоводяные. Скоростные водоподогреватели. К скоростным водоподогревателям относятся трубчатые, кожуховые, пластинчатые водоподогреватели.

3.6.6 Материалы, арматура, особенности устройства сети горячего водоснабжения

Сеть горячего водопровода проектируется из стальных оцинкованных водо-газопроводных труб ГОСТ 3262-75*; допускается применение не оцинкованных стальных электросварных труб ГОСТ 10704-76 либо

бесшовных горячедеформированных ГОСТ 8732-78. Также применяют пластмассовые трубы с покрытием внутренней поверхности термостойкими материалами. Для уменьшения потерь тепла через трубопроводы применяют тепловую изоляцию трубопроводов и оборудования. Ввиду линейного расширения трубопроводов на них устанавливают компенсаторы: П-образные, S-образные, Ω-лирообразные, сальниковые. В небольших зданиях, где протяженность сети невелика и имеется множество поворотов, компенсаторы не устанавливаются. На циркуляционных стояках устанавливают полотенцесушители, которые и выполняют функцию компенсаторов.

3.6.6.1 Арматура

Арматура, используемая в горячем водоснабжении, не отличается от той, что применяют для холодного водопровода, но все золотники и клапаны выполняются из термостойких материалов (фибры или пластмассы).

Запорная арматура устанавливается в тех же местах, что и на холодном водопроводе — у основания стояков, на вводе в каждую квартиру.

4. Проектирование системы холодного и горячего водоснабжения на основе проведенного анализа

4.1 Общие положения к проектированию

Основополагаясь проведенным анализом процессов и технологий проектирования водоснабжения высотных жилых зданий зададимся целью спроектировать наиболее рациональную систему холодного и горячего водоснабжения на примере типового высотного здания. Правильно построенная схема водоснабжения позволит интенсифицировать работу систем и сооружений, сократить строительные затраты и эксплуатационные расходы, повысить производительность труда и экономить материальные и трудовые ресурсы, в том числе возможно использовать на благо населения, на сохранение окружающей среды.

Строительство многоэтажных зданий является сложной и ответственной задачей, так как многоквартирный дом представляет собой сложную конструкцию, при возведении которой должна быть обеспечена в первую очередь в полной мере безопасность жильцов.

Целью данной главы является запроектировать холодный, горячий и противопожарный водопроводы для 25-этажного жилого здания.

Система внутреннего холодного водоснабжения – хозяйственно-питьевая. Она предназначена, для бесперебойной подачи воды из наружной водопроводной сети и распределение её между потребителями внутри здания. Границей между наружной сетью и системой внутреннего водоснабжения является линия, проходящая через устройство для измерения расхода воды в здании (водосчетчик). Система хозяйственно-питьевого холодного водопровода подаёт воду для питья, приготовления пищи и проведения санитарно-гигиенических процедур. Вода в данной системе должна быть питьевого качества и удовлетворять требованиям ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая".

Горячее водоснабжение предусматривает обеспечение бесперебойной подачи горячей воды потребителям.

Схема горячего водоснабжения состоит из устройства для нагрева воды, распределительной и циркуляционной сети, арматуры. В качестве водоразборной арматуры используются смесители, запорной арматуры - латунные вентили.

К основным элементам холодного и горячего водопровода относится:

1) Ввод водопровода - это участок трубопровода от наружного водопроводного колодца до водомерного узла в здании.

2) Водомерный узел включает водосчетчик арматуру и измерительную аппаратуру.

3) Установки для повышения напора – насосы;

4) Водонагреватели;

7) Магистральный и распределительные трубопроводы холодной воды;

8) Водоразборная и запорная арматура;

9) Подающие трубопроводы горячей воды;

10) Циркуляционные трубопроводы горячей воды;

11) Пожарные краны;

12) Поливочный водопровод и поливочные краны.

4.2 Характеристики объекта проектирования

В данного главе запроектирован 25-этажный жилой дом. Здание рассчитано на 712 человек. В здании предусмотрен верхний технический этаж (теплый) расположенный над 25-м этажом. Источником водоснабжения для хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд проектируемого здания является проектируемый наружный внутриквартальный кольцевой водопровод О 300 мм.

Данные для проектирования:

- Глубина промерзания грунтов 1,8 м
- В здании высота этажа составляет 3 м (от пола до пола)
- Отметка пола первого этажа 140,500
- Высота технического этажа 2,850 м

- Отметка поверхности земли у здания 139,000
- Норма водопотребления холодной воды одним жителем дома составляет 0,250 $м^3$/сут*чел
- Гарантийный свободный напор 30 м
- Диаметр трубы городского водопровода 300 мм

На объекте запроектирована централизованная система холодного водоснабжения. Система запроектирована с повысительными насосами, так как требуемый напор выше гарантированного.

Система горячего водоснабжения циркуляционная, подача осуществляется из теплового пункта.

4.3 Проектирование внутреннего водопровода

4.3.1 Выбор схемы и системы холодного водопровода

При проектировании системы водоснабжения определяется требуемое количество воды, так как этот показатель влияет на диаметры трубопроводов и т.п. В данном проекте, полагаясь на главу 1 данной работы, принимаем схему двухзонного водоснабжения.

Системы холодного и горячего водоснабжения запроектированы двухзонными с параллельной схемой зонирования. Для каждой зоны предусмотрена повысительная насосная станция. Станции устанавливаются в помещении насосной на отм. -2,850.

Холодное и горячее водоснабжение нижней зоны (1-12эт.) принято с нижней разводкой и закольцовкой в подвале. Магистральные трубопроводы прокладываются под потолком подвала.

Система холодного и горячего водоснабжения верхней зоны (13-25эт.) принята с верхней разводкой и закольцовкой по техническим этажам. Подача воды в верхнюю зону осуществляется по главным стоякам систем холодного и горячего водоснабжения. Прокладка магистральных сетей верхней зоны от помещения насосной до главных стояков осуществляется под потолком подвала.

Магистральные трубопроводы в технических этажах прокладываются под потолком тех. этажей.

Сборные циркуляционные трубопроводы для нижней и верхней зоны прокладываются под потолком 12 этажа. Циркуляционные стояки для нижней и верхней зоны проложены в нишах с 12 этажа в подвал.

Ввод в здание выполнен из стальной оцинкованной трубы, диаметром 90 мм, представляет собой участок трубопровода от наружного водопроводного колодца до водомерного узла в здании. Ввод прокладывается ниже глубины промерзания данной местности (в данном проекте 1,8м).

Водоснабжение осуществляется от двух вводов из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17 -110х6,6 питьевых ГОСТ 18599-2001. Вводы предусматриваются в помещение узла ввода, расположенного на отм. -5,850. На наружном водопроводе между вводами устанавливается разделительная задвижка. Вводы объединяются перед пожарной насосной установкой с устройством разделительной задвижки. На вводе водопровода установлен общий водомерный узел со счетчиком ВСХНд о65 мм с импульсным выходом. На обводных линиях водомерного узла предусмотрены электрифицированные задвижки диаметром 100 мм. От узла ввода до помещения насосной проложены два магистральных водопровода из стальных электросварных труб с цинковым покрытием Ду100 мм по ГОСТ 10704-91.

4.3.2 Определение расчетных расходов холодной воды

Расчет заключается в подборе диаметра и уклона трубопровода на участках так, чтобы значения скорости в трубопроводе соответствовали [4]. Уклон задают исходя из рельефа местности. Оптимальная скорости движения воды в трубопроводах должна быть равной 0,7-1,5 м/с, в зависимости диаметра труб, определяется по [4]. Расчет внутреннего водопровода имеет конечной целью определить диаметры труб и потребный напор для бесперебойного водоснабжения всех потребителей в здании.

Диаметр труб внутреннего водопровода определяется на основании гидравлического расчета. Диаметр стояков должен быть не меньше диаметра подводок и, как правило, не меньше 15 мм. Минимальный диаметр магистральных трубопроводов должен быть не меньше диаметров стояков.

Сети внутреннего водопровода рассчитывают на пропуск расчетных секундных расходов воды ко всем водоразборным устройствам. Критерием водообеспеченности сети служит подача к диктующему водоразборному устройству (наиболее высоко расположенному и наиболее удаленному от ввода) нормативного удельного расхода под рабочим напором.

1. Рассчитываем вероятность действия санитарно-технических приборов по формуле:

$$P_c = \frac{U \cdot q_{hr}^c}{3600 \cdot q_o^c \cdot N} \qquad (4.1)$$

где $q^c{}_{hr}$-норма холодной воды в час наибольшего водопотребления,

N - число санитарных приборов;

U - число водопотребителей;

$q^c{}_o$- расход воды санитарно-техническим прибором.

2. Секундный расход q_o (л/с) водоразборной арматуры, (первая зона) отнесенной к различным приборам, обслуживающий различных водопотребителей, следует определять по формуле:

$$q_0 = \frac{\sum N_i P_i q_{oi}}{\sum N_i P_i}, \quad \text{л/с} \qquad (4.2)$$

где $q^c{}_o$ - секундный расход воды.

3. Определив диктующую точку, находим максимальный расчетный секундный расход воды по формуле:

$$q^c = 5 \cdot q_o \cdot \alpha \qquad (4.3)$$

где q_o-секундный расход воды, α- безразмерный коэффициент, зависящий от количества приборов и вероятности их действия, определяется по таблице 2, примечание 4 [4].

По расчетному расходу, на всех расчетных участках назначают диаметры труб [6].

Определяются потери напора:

$$H=il \tag{4.4}$$

где i – гидравлический уклон;

l - длина участка

Все расчеты приводятся ниже в табличных формах.

Таблица 4.1 Водопотребление

Водопотребители	Изм.	Кол-во	Кол-во приборов	Норма расхода воды л/сут			Норма расхода воды л/час			Расход воды прибором л/с			
				Общая	Холодная	Горячая	Общая	Холодная	Горячая	Общий		Холодная/горячая	
										л/с	л/ч	л/с	л/ч
I зона	1 жит	358	576	250	145	105	15,6	5,6	10	0,30	300	0,20	200
II зона	1 жит	354	627	250	145	105	15,6	5,6	10	0,30	300	0,20	200

Таблица 4.2 Определение вероятности действия приборов

Водопотр	Вероятность действия приборов							
	Секундная вероятность					Часовая вероятность		
			NP	N	P			
I зона	$NP_{общ}$=	(15,6*358)/(0,30*3600) =	5,171	576	0,009			
	$NP_{хол}$=	(5,6*358)/(0,20*3600)=	2,784	576	0,005	$NP_{хол}$ =	10,024	0,017
	$NP_{гор}$=	(10*358)/(0,20*3600)=	4,972	576	0,009	$NP_{гор}$ =	17,900	0,031
II	$NP_{общ}$=	(15,6*354)/(0,30*3600) =	5,113	624	0,008			

	$NP_{хол}$=	(5,6*354)/(0,20*3600)=	2,753	624	0,004	$NP_{хол}$ =	9,912	0,016
	$NP_{гор}$=	(10*354)/(0,20*3600)=	4,917	624	0,008	$NP_{гор}$=	17,700	0,028

Таблица 4.3 Определение суммы вероятности действия

Секундная						**α**
$NP_{общ}$ =	5,17	+	5,11	=	10,284	4,210
$NP_{хол}$ =	2,78	+	2,75	=	5,538	2,739
$NP_{гор}$ =	4,97	+	4,92	=	9,889	4,094
Часовая						**α**
$NP_{хол}$ =	10,02	+	9,91	=	19,936	6,876
$NP_{гор}$ =	17,90	+	17,70	=	35,600	10,844

Таблица 4.4 Определение секундного расхода воды

$q_{общ}$ =	5	x	q_0 x α	=	5	x	0,300	x	4,210	=	6,315 л/с
$q_{хол}$ =	5	x	q_0 x α	=	5	x	0,200	x	2,739	=	2,739 л/с
$q_{гор}$ =	5	x	q_0 x α	=	5	x	0,200	x	4,094	=	4,094 л/с

Таблица 4.5 Определение часового расхода воды

$q_{хол}$ =	0,005	x	q_0 x α	=	0,005	x	200,000	x	6,876	=	6,876 $м^3/ч$
$q_{гор}$ =	0,005	x	q_0 x α	=	0,005	x	200,000	x	10,844	=	10,844 $м^3/ч$

Таблица 4.6 Суточный расход воды

I зона	$Q_{хол}$ =	358	x	145	=	51910	л/сут	=	51,91	$м^3/сут$
	$Q_{гор}$ =	358	x	105	=	37590	л/сут	=	37,59	$м^3/сут$
II зона	$Q_{хол}$ =	354	x	145	=	51330	л/сут	=	51,33	$м^3/сут$
	$Q_{гор}$ =	354	x	105	=	37170	л/сут	=	37,17	$м^3/сут$
Всего	$Q_{хол}$ =	51,91	+	51,33	+	0,00	=	103,24	$м^3/сут$	
	$Q_{гор}$ =	37,59	+	37,17	+	0,00	=	74,76	$м^3/сут$	

4.3.3 Сведения о материалах труб систем водоснабжения и мерах по их защите

В жилом здании принимаем следующие трубопроводы:

- магистральные трубопроводы холодного и горячего водоснабжения в подвале, главные стояки холодного и горячего водоснабжения верхней зоны – приняты из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75 (для О20-50 мм). Трубопроводы диаметром свыше 50 мм-принимаем из стальных электросварных труб, оцинкованных по ГОСТ 10704-91. Трубы укладываем в изоляцию δ=13мм (В1), δ=20мм (Т3);
- на техническом этаже трубопроводы холодного и горячего водоснабжения для верхней зоны - принимаем из полипропиленовых армированных стекловолокном труб PPR-FB-PPR PN20. Трубы укладываем в изоляцию δ=13мм (В1), δ=20мм (Т3);
- квартирные стояки холодного и горячего водоснабжения - из полипропиленовых армированных труб PPR-FB-PPR PN20. Трубы горячего водоснабжения укладываем в изоляцию δ=20мм;
- поквартирные разводки труб холодного и горячего водоснабжения к санитарным приборам - из полипропиленовых труб PPRC PN10 по ТУ2248-006-41989945-97 для системы В1 и из полипропиленовых труб PPRC PN20 поТУ2248-006-41989945-97 для системы Т3;
- магистральные трубопроводы циркуляционные в подвале - из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75; циркуляционные стояки и магистральные сети по 12 этажу из полипропиленовых армированных труб PPR-FB-PPR PN20. Трубы укладываем в изоляцию δ=20мм.

Трубопроводы системы В2 прокладываем из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91. Магистральные трубопроводы в подвальном и техническом этажах, укладываем в изоляцию δ=13мм. Неизолированные

стояки и сухотрубы в автостоянке после монтажа следует окрасить эмалью ПФ-115 в два слоя по грунту в 1слой.

4.3.4 Подбор водосчетчика

Для учета расхода воды на вводах здания устанавливают счетчики расхода воды.

Водосчетчики устанавливают на вводах у наружной стены здания в удобном и легкодоступном помещении с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже +5°С.

В здании счетчики можно размещать открыто у стены на высоте 0,5 м от пола, циферблатом вверх.

Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при расчетном максимальном расходе воды до 15 м^3/ч. Счетчики расхода воды (крыльчатые), предназначенные для установки на вводах внутренних водопроводных сетей, подбирают по эксплуатационному расходу воды.

Диаметр условного прохода водосчетчика следует подбирать, исходя из среднечасового расхода воды за период потребления, который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по пункту 11 табл. 4 [4]

Формула для определения среднечасового расхода воды:

$$Q_{ср} = \frac{N \cdot a}{24 \cdot 1000}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \qquad (4.5)$$

где N -число водопотребителей; а – норма водопотребления.

Подбираем турбинный счетчик с диаметром условного прохода 50 мм.

Гидравлическое сопротивление S=0.143 м/(л/с^2)

Проводим проверку подбора водосчетчика на пропуск расчетного максимального секундного расхода воды, при котором потери напора в турбинных водомерах холодной воды не должны превышать 2,5 м.

$$h=Sq2 = 0.143*6.315^2=5.7\text{м} \qquad (4.6)$$

Так как потери воды в счетчике 5,7м ≥ 2,5м, рассмотрим турбинный счетчик диаметром 65мм.

Гидравлическое сопротивление S=0.0081 м/(л/с^2)

$$h=0,0081*6.315^2=0,323м$$

Так как потери воды в счетчике 0,323 м ≤ 2,5м, принимаем общий турбинный счетчик диаметром 65мм. $Q_{ном.}$ =60 м^3/час.

4.3.5 Трубопроводная арматура

4.3.5.1 Запорная арматура

Для управления потоком воды, отключения участков водопроводной сети при аварии, а также оборудования (насосов, водомеров) устанавливаю запорную арматуру в следующих точках:

- перед водоразборным прибором;
- у основания хоз-питьевого и пожарного стояков;
- на ответвлениях от магистральных линий водопровода;
- на вводе и выходе магистралей из дома;
- перед наружными поливочными кранами;
- на ответвлениях от стояка к полотенцесушителю.

В качестве запорной арматуры принимаем шаровые краны при d≤50 мм и задвижки при больших диаметрах.

Для обеспечения долговечности и надежности арматура должна быть из долговечных материалов (медные сплавы, латунь, бронза, пластмассы, нержавеющая сталь).

4.3.5.2. Предохранительная арматура

Предохранительная арматура (обратный клапан), исключающая обратный ток воды, устанавливается после насосов, на вводах, если они присоедены к независимым участкам наружной сети.

На вводах в квартиры предусматриваем регулятор давления **КФРД-10-2,0.**

Характеристика регулятора давления КФРД-10-2,0:

Наименование изделия: Регулятор давления муфтовый;

Марка: КФРД-10-2,0 Страна происхождения Россия;

Регламентирующий документ: ТУ 4218-001-52729443-2002;

Назначение: Предназначен для снижения непроизводительных потерь воды в системах горячего и холодного водоснабжения зданий, а также для выравнивания напора воды на всех этажах. Обеспечивает стабилизацию давления "после себя". Обеспечивает автоматическое перекрытие магистралей холодной и горячей воды при отсутствии потребления. Обеспечивает принудительное, ручное закрытие магистрали.

Присоединение: Муфтовое;

Среда: рабочая;

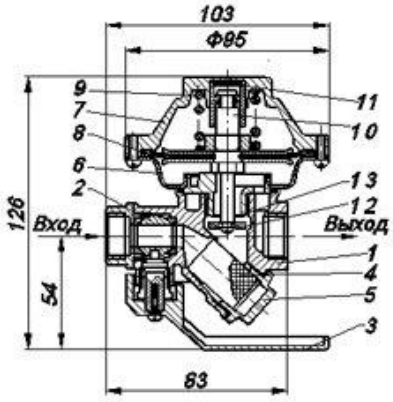
Вода: Температура рабочей среды (наибольшая) 90 C^0;

Материал (основной): Нержавеющая сталь;

Давление входа: 1,5 МПа;

Давление выхода: 0,15-0,2 МПа.

Рисунок 4.1 Регулятор давления КРФД 10 – 2,0



Кран-фильтр
1 - корпус
2 - шаровой кран
3 - ручка
4 - сетка фильтра
5 - пробка

Регулятор давления
6 - основание
7 - крышка
8 - мембрана
9 - пружина
10- шток
11- аварийный клапан
12- запорный клапан
13- седло

Рисунок 4.2 Регулятор давления КРФД 10 – 2,0 (в разрезе)

В режиме расхода воды до 0,7 л/с в диапазоне входных давлений 0,4-1,0 (4-10) МПа (кгс\см^2);

В режиме без расхода воды в диапазоне входных давлений 0,4-1,0 (4-10) МПа (кгс\см^2);

Давление условное PN: 1,0(10), МПа (кгс/см^2);

Проход условный DN: 20

Масса: 1,0 кг/шт.;

Принимается по расчёту муфтовый регулятор давления КФРД-10-2,0 для холодной и горячей воды, производства России, для условного прохода DN 20. Данный регулятор давления, из всех выше описанных, обеспечивает более высокие требования надёжности в своей работе на водопроводе. Экономия воды составляет 140 м^3/сут.

Также немаловажно то, что данный регулятор давления имеет фильтр для задержания взвеси, что актуально для России и отключающее устройство. Данный вид регулятора, по сравнению с западными аналогами, имеет приемлемое соотношение цена-качество, также он более приспособлен к работе на водопроводах России.

4.3.5.3 Водоразборная арматура

Для системы хозяйственно-питьевого водопровода согласно принятым санитарным приборам и оборудованию, принимаю смесители, устанавливаемые на мойке в кухне, на умывальнике ванной; смеситель с душевой сеткой над ванной; сливной бачок в туалете.

Размещение смесителей на высоте от пола:

- для мойки 500×600 мм – 0,85 м;
- для умывальника 500×230 мм– 0,8м;
- для ванны– 0,8 м.

Унитаз принимаю воронкообразный, длиной 500 мм с боковой подводкой на высоте 0,65м.

Для ванны принимаю смеситель:

Смеситель для ванны однорычажный, 1/2", внешний монтаж, керамический картридж, аэратор Rubit, система крепления ручки Boltic, автоматический переключатель ванна/душ, защита от обратного оттока, шланговая подводка 1/2", можно использовать с водонагревателем, штихмас 150 ± 16 мм.

Для умывальника в ванной принимаю:

1 Смеситель PHOTOCELL E.C.A. 2102108234

Смеситель для умывальника с инфракрасной электроникой. Срабатывает при приближении к смесителю объекта. Отделка - хром. Для продления срока службы смесителя рекомендуется устанавливать на подводящих трубах фильтры грубой очистки.

Инфракрасная электроника делает использование этого смесителя не только более простым и гигиеничным, но и позволяет избежать неоправданных потерь воды и избавляет от риска ошпариться слишком горячей водой.

Для кухни принимаю смеситель:

Смеситель для кухни с шаровым регулятором и вытяжным поворотным изливом 214 мм

Благодаря вытяжному изливу теперь не составит труда набрать воду в ведро или глубокую кастрюлю, а вымыть мойку с таким смесителем проще простого.

2601	0

В жилых и общественных зданиях нет необходимости устраивать специальный поливочный водопровод В11, а для выполнения его функций на сети хозяйственно-питьевого водопровода устанавливаю поливочные краны для присоединения к ним резиновых шлангов.

Краны размещаю в нишах наружных стен здания через каждые 70 метров по его периметру на высоте 0.340 м от поверхности земли. На подводках труб диаметром 25 мм устанавливают запорные вентили и спускные краны.

В качестве арматуры использую краны Ø20 мм, для присоединения поливочного шланга длиной 30 м.

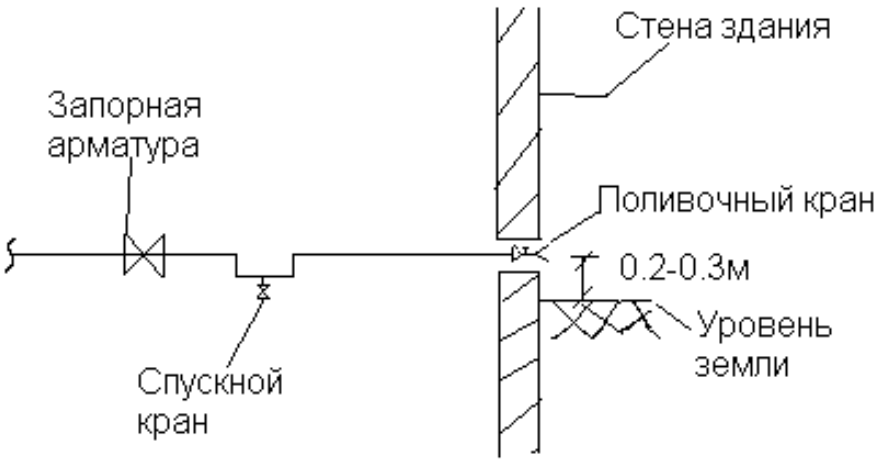


Рисунок 4.3 Схема расположения поливочный крана

4.4 Гидравлический расчет внутренней холодной воды

Гидравлический расчет заключается в определении требуемого расхода, необходимого диаметра труб, оптимальной скорости воды и уклона.

Расчет ведется в табличной форме.

Гидравлические расчеты для I зоны хоз-питьевого водоснабжения приведены в Приложении №3.

Гидравлические расчеты для II зоны хоз-питьевого водоснабжения приведены в Приложении №4.

4.5 Определение требуемого напора в здании

Требуемый напор определяется в месте присоединения ввода к наружной водопроводной сети в час максимального водопотребления, который бы обеспечивал подачу воды на необходимую геометрическую высоту и свободный напор у диктующего водоразборного прибора.

Потери напора в сети определяются по формуле:

$$Нтр= Нгеом. + Нв.у. + Ндл + Нсв \quad (4.7)$$

где Нгеом. – геометрическая высота;

Нв.у – потери в водомерном узле;

Ндл. – потери по длине с учетом местных потерь;

Нсв.- свободный напор у прибора на верхнем этаже .

Нижняя зона: Нтр= Нгеом. + Нв.у. + Ндл + Нсв = 34,7+0,3+8,5+20=63,5м

Верхняя зона: Нтр= Нгеом. + Нв.у. + Ндл + Нсв = 78,3+0,3+15,2+20=113,8м

Так как требуемый напор во второй зоне больше чем гарантийный, то следует принимать повысительную установку.

4.6 Расчет противопожарного трубопровода

Для защиты здания от пожара предусматриваем наружный и внутренний противопожарные водопроводы.

Противопожарная система предназначена для ликвидации очагов пожара. Качество воды не лимитируется, а количество ее должно быть предусмотрено в соответствии с требованиями СНиП [4].

Система противопожарного водоснабжения принимаем кольцевой с закольцовкой по горизонтали в подвале и вертикальной закольцовкой стояков на техническом этаже. Внутренние сети противопожарного водопровода имеют два выведенных наружу пожарных патрубка с соединительной головкой Ду 80мм. Пожарные патрубки служат для подключения рукавов пожарных автомашин. Перед патрубками предусмотрена установка обратных клапанов и открытых опломбированных задвижек внутри здания.

Пожаротушение 3-мя струями с расходом 2,9 л/с каждая обеспечивается из пожарных кранов Ду50 мм. Пожарные краны укомплектовываем рукавом 20

м, который должен обеспечивать Н струи 8 м. Пожарные краны установлены в шкафах.

Расход воды на наружное пожаротушение составляет 30 л/сек согласно СП 8.13130.2009.

Таблица 4.7 Расчетные расходы воды на противопожарные нужды

Потребители	Потребный напор, м	Расход воды, л/с	Примечание
Внутреннее пожаротушение	105,8	3*2,9	L коридора больше 10 м (L=24 м) Н гарантированный 30 м
Наружное пожаротушение		30	

Таблица 4.8 Гидравлический расчет системы на внутренне пожаротушение

№ уч-ка	Длина L,м	Пожарный расход, л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	Пьезом. уклон i	Потери напора, $h=i*L(1+K_м)$, м
1 - 2	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
2 - 3	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
3 - 4	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
4 - 5	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
5 - 6	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
6 - 7	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
7 - 8	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
8 - 9	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44

9	- 10	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
10	- 11	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
11	- 12	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
12	- 13	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
13	- 14	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
14	- 15	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
15	- 16	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
16	- 17	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
17	- 18	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
18	- 19	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
19	- 20	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
20	- 21	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
21	- 22	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
22	- 23	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
23	- 24	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
24	- 25	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
25	- 26	3,0	8,70	76	1,92	0,1123	0,44
26	- НС	30,0	8,70	89	1,40	0,0486	7,6
						∑h	18,55

Расчет требуемого напора

Нтр= Нгеом.+ Ндл + Нсв = 74,3+18,55+13=105,8м

где Нгеом. – геометрическая высота 74,3м;

Ндл. – потери по длине с учетом местных потерь и потерь в рукаве 18,55м;

Нсв.- свободный напор у прибора на верхнем этаже 13м.

4.7 Подбор насосов для хоз – питьевого и противопожарного водоводов

Так как требуемый напор для I (63,5 м) и II (113,8) зон больше чем гарантийный (30 м), то для обеспечения необходимых напоров в системах хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения подбираем насосные станции повышения давления.

Принимаем повысительную установку без водонапорного бака. При отсутствии бака насос должен обеспечивать подачу расходного секундного расхода и с расчетным напором равным разнице между потребным и гарантируемым напором:

Для I зоны:

$$H_{рас} = H_{тр} - H_{гар} \quad (4.8)$$

$$H_{рас} = 63,5 - 30 = 33,5 \text{ м.}$$

Подбираем насосную установку – HYDRO MULTI-E 3 CME3-05 - (2 раб. +1 рез.), Q=9.8 м3/час, H=34 м, в комплекте со шкафом управления;

Для II зоны:

$$H_{рас} = 113,8 - 30 = 83,8 \text{ м.}$$

Подбираем насосную установку – HYDRO MULTI-E 3 CME5-8 - (2 раб. +1 рез.), Q=9.7 м3/час, H=84 м, в комплекте со шкафом управления;

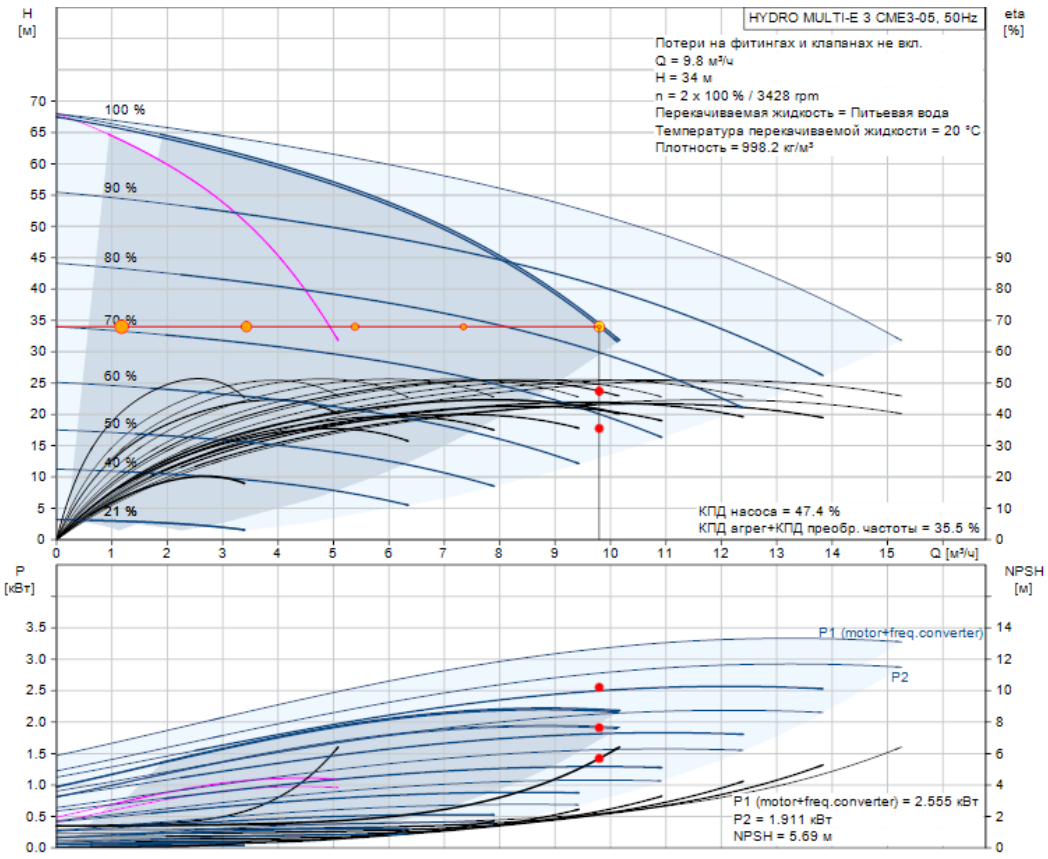


Рисунок 4.4 Рабочие характеристики насосной установки HYDRO MULTI-E 3 CME3-05

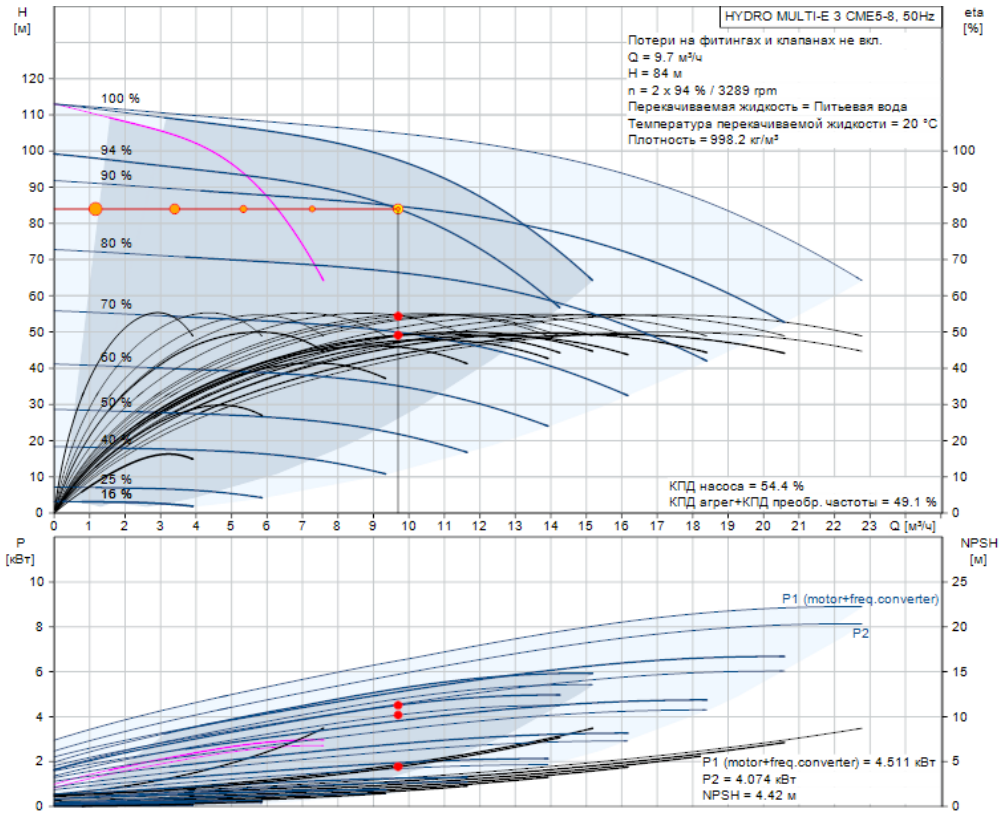


Рисунок 4.5 Рабочие характеристики насосной установки HYDRO MULTI-E 3 CME5-8

Противопожарный водопровод

Нтр= 74,3+18,55+13=105,8м

где Нгеом. – геометрическая высота 74,3м;

Ндл. – потери по длине с учетом местных потерь и потерь в рукаве 18,55м;

Нсв.- свободный напор у прибора на верхнем этаже 13м;

Насосная станция пожаротушения Antarus 2 Helix FIRST V 3604/2/DS23-J Q=32м3/час, Н= 64м, (жокей-насос, установленный на напорной линии: Helix V 216 (бак 80л) 1 рабочий Q=3,01м3/час, Н= 70,46м)

Технические характеристики насосной установки пожаротушения приведены в Приложении №5

4.8 Проектирование горячего водоснабжения

4.8.1 Выбор схемы и системы горячего водоснабжения

Система горячего водоснабжения здания предназначена для бесперебойной подачи воды водопотребителю от источника тепла. Условно

принимаем индивидуальную систему горячего водоснабжения, предусматривающую приготовление горячей воды для здания, в подвале.

Система для горячего водоснабжения здания состоит из устройства для нагрева воды, распределительной и циркуляционной сети и арматуры.

Для компенсации тепловых удлинений используются естественные повороты труб.

Для сокращения теплопотерь магистральные трубопроводы и стояки систем Т3 и Т4 укладываем в изоляции δ=20мм.

Воздух из системы выпускают из её верхних точек через автоматические воздухоотводчики. Обратные клапаны устанавливают на подающих трубопроводах к групповым смесителям, на циркуляционном трубопроводе перед водонагревателем, на ответвлениях от обратного трубопровода тепловой сети.

Приготовление горячей воды для нужд жилого здания предусматривается в помещении подвала от двух водонагревателей нижней и верхней зон водоснабжения. В жилом доме предусмотрена установка водяных полотенцесушителей.

4.8.2 Гидравлический расчет в режиме водоразбора

Расчет систем горячего водоснабжения в режиме водоразбора заключается в определении диаметров труб подающей (распределительной) сети и потребного напора на вводе в знание.

Порядок расчета систем в режиме водоразбора такой же, как и расчет системы холодного водопровода.

1. Рассчитываем вероятность действия санитарно-технических приборов по формуле (1).

2. Секундный расход q_o (л/с) водоразборной арматуры, отнесенной к одному прибору, следует определять по формуле:

$$q_h^o = \frac{\sum N_i P_i q_{oi}}{\sum N_i P_i}, \quad \text{л/с} \tag{4.9}$$

По расчетному расходу, на всех расчетных участках назначают диаметры труб («Таблицы для гидравлического расчета стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб» проф. Ф.А. Шевелева).

Таблица 4.9 Расчетный расход горячей воды

Потребители	Требуемый напор	Общий расход		
		$м^3$/сут	$м^3$/ч	л/с
I зона (358 чел.)	60	37,59	6,335	2,548
II зона (354 чел.)	103	37,17	6,281	2,53
Всего		74,76	10,844	4,094

Гидравлические расчеты приводятся табличной форме. Гидравлический расчет I зоны приводится в Приложении №6, для II зоны в Приложении №7.

4.8.3 Подбор водосчетчика на горячее водопотребление

Для I зоны рассмотрим крыльчатый счетчик диаметром 40мм.

Гидравлическое сопротивление S=0.5 м/(л/$с^2$)

$$h=Sq^2 \tag{4.10}$$

$$h = 3,228 \text{ м}$$

Так как потери воды в счетчике 3,228 м ≤ 5 м, принимаем крыльчатый счетчик диаметром 40мм для I зоны.

Для II зоны рассмотрим крыльчатый счетчик диаметром 40мм.

Гидравлическое сопротивление S=0.5 м/(л/$с^2$)

$$h=Sq^2 = 3,20 \text{ м}$$

Так как потери воды в счетчике 3,20 м ≤ 5 м, принимаем крыльчатый счетчик диаметром 40мм для II зоны.

Счетчики устанавливаем без обводных линий. Водомерные узлы устанавливаем на трубопроводе холодной воды перед теплообменниками I и II зоны водоснабжения.

4.8.4 Расчет системы в режиме циркуляции

Циркуляция в системе горячего водоснабжения предусматривается с целью сохранения температур воды у наиболее удаленного водоразборного прибора. При отсутствии циркуляции возможен большой сброс остывшей воды и значительное возрастание нерационального потребления воды. Наиболее неблагоприятным режимом при этом является полное отсутствие разбора горячей воды.

Циркуляция запроектирована только в магистрали, расчетной точкой будет нижняя точка самого удаленного стояка. За расчетные участки при условии теплоизоляции магистралей и стояков в упроченном виде принимается участки, где не изменяется расход воды, т. е. участки между соседними ответвлениями. За расчетные участки принимается также те, где не изменяется диаметр труб. Расчет производится по наиболее длинному циркуляционному кольцу.

Расчет имеет целью определить диаметры циркуляционных трубопроводов и потери напора в циркуляционных кольцах и производится в табличной форме.

Циркуляционный расход на участках сети определяется по формуле:

$$q^{T4} = \frac{\Delta Q_ч^{pc}}{\Delta t * c * \rho}, \text{ л/с} \qquad (4.11)$$

где $\Delta Q^{pc}_ч$ - теплопотери подающими и циркуляционными трубами горячего водоснабжения, Вт;

Δt-разность температур в подающих трубопроводах от водонагревателя до наиболее удаленной водоразборной точки.

Величина теплопотерь определяется по формуле:

$$\Delta Q_{\div}^{\delta\tilde{n}} = \Sigma Q_{\tilde{a}.\hat{e}.} = 543 = 543 \text{, Вт} \qquad (4.12)$$

$\Sigma Q_{г.к.} = \Sigma Q_{уд.г.к.} * l_{г.к.}$ -теплопотери горизонтальных участков, Вт;

$$q^{\grave{O}4} = \frac{543}{30 * 4{,}19 * 1000} = 0{,}004 \text{ л/с}$$

Таблица 4.10 Расчет горячего водоснабжения в режиме циркуляции

№ участка	L , м	q^{T4}, л/с	d, мм	v, м/с	$К_{мс}$	Потери напора	
						i	Н, м
1	2	3	4	5	6	7	8
I зона							
1-2	41,5	0,46	40	0,39	0,2	0,1022	4,2413
2-3	14,4	0,68	40	0,76	0,2	0,0612	0,88
3-ввод	10,6	0,92	40	0,87	0,2	0,0399	0,423
							5,5443
II зона							
1-2	12,4	0,38	32	0,78	0,2	0,0135	0,167
2-3	14,4	0,63	32	0,85	0,2	0,012	0,17
3-ввод	87,5	0,85	32	1,03	0,2	0,0423	3,7
							4,037

4.8.5 Расчет теплопотерь и расходов тепла в системе горячего водоснабжения

Подбор водонагревателей начинается с определения суточного, часового и секундного расхода.

Верхней зоны:

$q_{сут}^{Т3}$=37,17 м^3/сут;

$q_{ср.час}^{Т3}$=1,54 м^3/ч;

$q_{max.час}^{Т3}$=6,271 м^3/ч;

$q^{Т3}_{с}$=2,53 л/с.

Нижней зоны:

$q_{сут}^{Т3}$= 37,59 м^3/сут;

$q_{ср.час}^{Т3}$= 1,56 м^3/ч;

$q_{max.час}^{Т3}$= 6,335 м^3/ч;

$q^{Т3}_{с}$= 2,548 л/с.

Перед выбором марки водонагревателя необходимо определить расчетный расход тепла для приготовления горячей воды.

Расчетные расходы тепла (для II зоны):

На водоразбор:

$$Q^{Т3}= c\cdot\rho\cdot q^{Т3}\cdot(t^{Т3}-t^{В1}) \quad (4.13)$$

где, С=4,18 кДж / (кг · °С); ρ=1000кг/м^3; $Т^{Т3}$=55°С; $Т^{В1}$=5°С.

$Q^{Т3}_{сут}$=4,18·1000·37.17·(55-5) = 7768530 кДж/сут

$Q^{Т3}_{ср.час}$=4,18·1000·1.54·(55-5) = 321860 кДж/час

$Q^{Т3}_{max.час}$=4,18·1000·6.271·(55-5) = 1312792 кДж/час

$Q^{Т3}_{с}$=4,18·1·2.53·(55-5) =528,7 кДж/с

Расчетные расходы тепла (для I зоны):

На водоразбор:

$Q^{Т3}_{сут}$=4,18·1000·37,59 ·(55-5) = 7856310 кДж/сут

$Q^{Т3}_{ср.час}$=4,18·1000·1,56·(55-5) = 326040 кДж/час

$Q^{Т3}_{max.час}$=4,18·1000·6,335 ·(55-5) = 1324015 кДж/час

$Q^{Т3}_{с}$=4,18·1·2,548·(55-5) =532,53 кДж/с

Теплопотери в системе (II зона):

$$Q_{тп}^{Т4}=\Sigma К_{тп}^{Т4}\cdot\pi\cdot d_i\cdot L_i\cdot(1-\eta)\cdot(t^{Т3}-t^{0}_{окр.ср.}) \quad (4.14)$$

$К_{тп}^{Т4}$ – коэффициент теплопроводности материала труб;

η - коэффициент эффективности теплоизоляции.

Потери тепла определяем по укрупненной формуле:

$$Q_{тп}^{Т4} = К_{тп}^{Т4}\cdot Q^{Т3} \quad (4.15)$$

$К_{тп}^{Т4}$ – укрупненный коэффициент теплопотерь, определяемый в зависимости от наличия полотенцесушителей, протяженности квартирных сетей, принимаем=0,2

$Q_{тп}^{Т4}$ = 0,2*7768530 = 1553706 кДж/сут;

Общий расход тепла:

$$Q_{тп}^{Т4,Т3} = (1+К_{тп}^{Т4})\cdot Q^{Т3} \quad (4.16)$$

$Q_{тп}^{Т4,Т3}$ = (1+0,2)* 7768530 = 9322236 кДж/сут;

Теплопотери в системе (I зона):

$Q_{тп}^{Т4}$ = 0,2*7856310 = 1571262кДж/сут;

Общий расход тепла:

$Q_{тп}^{Т4,Т3}$ = (1+0,2)* 7856310 = 9427572 кДж/сут;

4.9 Выводы по главе

В данной главе спроектирована система внутреннего холодного и горячего водоснабжения 25 этажного жилого здания. Источником хозяйственно – питьевого водопровода здания условно служит наружный внутриквартальный кольцевой водопровод диаметром 300 мм.

В жилом доме запроектированы трубопроводы:

- магистральные трубопроводы холодного и горячего водоснабжения в подвале, главные стояки холодного и горячего водоснабжения верхней зоны – запроектированы из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75 (для О20-50 мм). Трубопроводы диаметром свыше 50 мм- запроектированы из стальных электросварных труб, оцинкованных по ГОСТ 10704-91. Трубы проложены в изоляции δ=13мм (В1), δ=20мм (Т3);
- на техническом этаже трубопроводы холодного и горячего водоснабжения для верхней зоны - запроектированы из полипропиленовых армированных стекловолокном труб PPR-FB-PPR PN20. Трубы проложены в изоляции δ=13мм (В1), δ=20мм (Т3);

- магистральные трубопроводы циркуляционные в подвале - из стальных водогазопроводных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75; циркуляционные стояки и магистральные сети по 12 этажу из полипропиленовых армированных труб PPR-FB-PPR PN20. Трубы проложены в изоляции δ=20мм.

На вводе водопровода установлен общий водомерный узел с водомерным счетчиком ВСХНд 65 мм с импульсным выходом. На обводных линиях водомерного узла установлены электрифицированные задвижки о100 мм.

Для учета расхода горячей воды предусмотрена установка водомерных узлов со счетчиками ВСХ О40 мм без импульсного выхода и без обводных линий.

Водомерные узлы установлены на трубопроводе холодной воды перед водонагревателями I и II зоны водоснабжения.

Рассчитаны теплопотери в подающих и циркуляционных стояках.

Произведен гидравлический расчет системы горячего водоснабжения здания. Определены потери напора в системе. Принято решение о необходимости применения повысительной установки. Выбраны насосы для первой и второй зоны марки К20/30. Подобран циркуляционный насос марки Grundfos HYDRO MULTI-E 3 CME3-05 и Grundfos HYDRO MULTI-E 3 CME5-8 соответственно.

Заключение

В данном проекте полностью рассмотрен вопрос о современных методах проектирования водоснабжения высотных зданий.

Были рассмотрены:

- схемы зонирования зданий по вертикали для поддержаний надлежащего давления в водоводах;
- существующие нормативы на проектирование и эксплуатацию систем водоснабжения;
- инженерные решения систем водоснабжения;
- конструкции систем водоснабжения;
- мероприятия по режимам и нормам водопотребления и стабилизации давлений;
- особенности расчетов внутреннего водопровода;

На основе чего была рассчитана и запроектирована система холодного и горячего водоснабжения для 25-ти этажного жилого здания. Рассчитаны расходы водопотребления для холодной и горячей воды, потери напора, подобраны насосные установки для повышения давления требуемого давления в системе. Подобрана арматура. На основе проведенных гидравлических расчетов были определены диаметры труб. Рассчитаны и подобраны водомерные узлы (один общий и два на горячее водоснабжение для верхней и нижней зон).

Для рационального использованию воды и ее экономии предприняты такие меры как:

- поквартирная установка счетчиков водопотребления;
- при пожаре хозяйственно-питьевые насосы должны отключаться (в соответствии с СП 5.13130.2009 п. 5.10.21);
- Предусмотрена циркуляция горячей воды;
- На ответвлениях от стояка к полотенцесушителю установлена запорная арматура.

Список используемой литературы

1. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Ч. 1–6. Вып. 26. Приморский край. СПб.: Гидрометеоиздат, 2001.
2. Абрамсон Л.А. Развитие строительства высотных зданий // Жилищное строительство. 2005. № 10. С. 14-29.
3. Бродач В.В. Высотные здания //АВОК. 2004. №1. С. 8-18.
4. Обзор высотного строительства в России – 2010. http://mingitau.livejournal.com/112278.html (дата обращения: 16.03.2018).
5. Почему необходимо строить высотные здания. http://sn-doc.ru/news/12880 (дата обращения: 16.03.2018).
6. Высотные здания в Москве: водоснабжение, вентиляция и холодоснабжение // Сантехника. 2008. №2.
7. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб.пособие / СГАСУ. Самара, 2009.
8. Дмитриева И. Современное высотное строительство: эффективные технологии и материалы // Технологии строительства. 2005. №7 (41). С. 4-10.
9. Исаев В.Н. Развитие нормативной базы внутреннего водопровода // Водоснабжение и санитарная техника. 1993. №1. С. 6-9.
10. МГСН 4.04-94. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и комплексов в городе Москве.
11. Росс Д. Проектирование систем ОВК высотных общественных многофункциональных зданий. М.:АВОК-ПРЕСС, 2004. 166 с.
12. ТСН 31-332-2003. Санкт-Петербург. Жилые и общественные высотные здания.
13. Авдеев В.В., Чернышов Л. Н., Яганов В.Н. Экономические правоотношения в жилищно-коммунальном хозяйстве. Проблемы, опыт, документы. Т.1. М.: Изд. Союза работников ЖКХ России, 1996. 704 с.

14. Жуков Н.Н. и др. Снижение потерь питьевой воды в системах коммунального водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. №5. С. 10-16.
15. Инженерное оборудование высотных зданий /под общ. ред. М.М. Бродач. М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. 320 с.
16. Мельникова Е. Надежные системы водоснабжения и водоотведения высотных и сверхвысоких зданий // Технологии строительства. 2005. №6 (40) С. 84-87.
17. Инженерное оборудование высотных зданий. http://www.expert74.com/nomer.php (дата обращения: 16.03.2018).
18. Инженерные системы высотного здания. http:// www.vestnik.info/archive/15/article166.html (дата обращения: 16.03.2018).
19. Надежные системы водоснабжения и водоотведения высотных и сверхвысоких зданий. http://old.stroi.mos.ru/nauka/d26dr5741m2.html (дата обращения: 22.03.2018).
20. ГОСТ 12.1.004-91 (1999) ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 35 с.
21. ГОСТ 12.3.046-91 ССБТ. Установки пожаротушения автоматические.
22. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1991.
23. СНиП 2.04.01-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996. – 14 с.
24. СНиП 21-02-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 20 с.
25. НПБ 88-2001*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования / Госстрой России. – М., 2001. – 125 с.
26. НПБ 88-2001. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования / Госстрой России. – М., 2001. – 72 с.
27. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения / Л.М. Мешман, С.Г. Цариченко, В.А. Былинкин, В.В.

Алешин, Р.Ю. Губин; под общ. ред. Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2002. – 413 с.

28. Иванов Е.Н. Противопожарное водоснабжение / Е.Н. Иванов. – М.: Стройиздат, 1986. – 316 с.
29. Бирюзова Е.А. Исследование мероприятий по повышению энергоэффективности системы ГВС. [Текст]/ Е.А. Бирюзова, К.И. Огурцова// Вестник гражданских инженеров. № 4(33). – СПб.: СПбГАСУ, 2012. С.188□192.
30. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – М.: Изд-во стандартов, 2012. 65 с.
31. СП 54.13330.2011. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – М.: Изд-во стандартов, 2011. 18 с.
32. Белецкий, Б.Ф.; Санитарно-техническое оборудование зданий (монтаж, эксплуатация и ремонт)- Ростов на Дону: «Феникс», 2002 – 512
33. Кедров, В.С. ;Санитарно-техническое оборудование зданий . М: Высшая школа, 1974г.
34. Лукиных, А.А., Лукиных,Н.А.; Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров. – М.: Стройиздат. 2005г.
35. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. –М.: Стройиздат. 1986 г.
36. Справочник проектировщика.; Внутренние санитарно-технические устройства. Водопровод и канализация. Под ред. Староверова;И. Г. М.: Стройиздат, 1990 г.
37. Шевелев Ф. А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводные труб: Справ.пособие - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1995. - 172 с
38. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85 М.: Стройиздат,1996.

39. Кедров, В.С.; водоснабжение и воотведение. М: Учеб. Для вузов. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 2002. – 336 с., ил.
40. СП 253.1325800.2016 Инженерные системы высотных зданий, 2016 г.

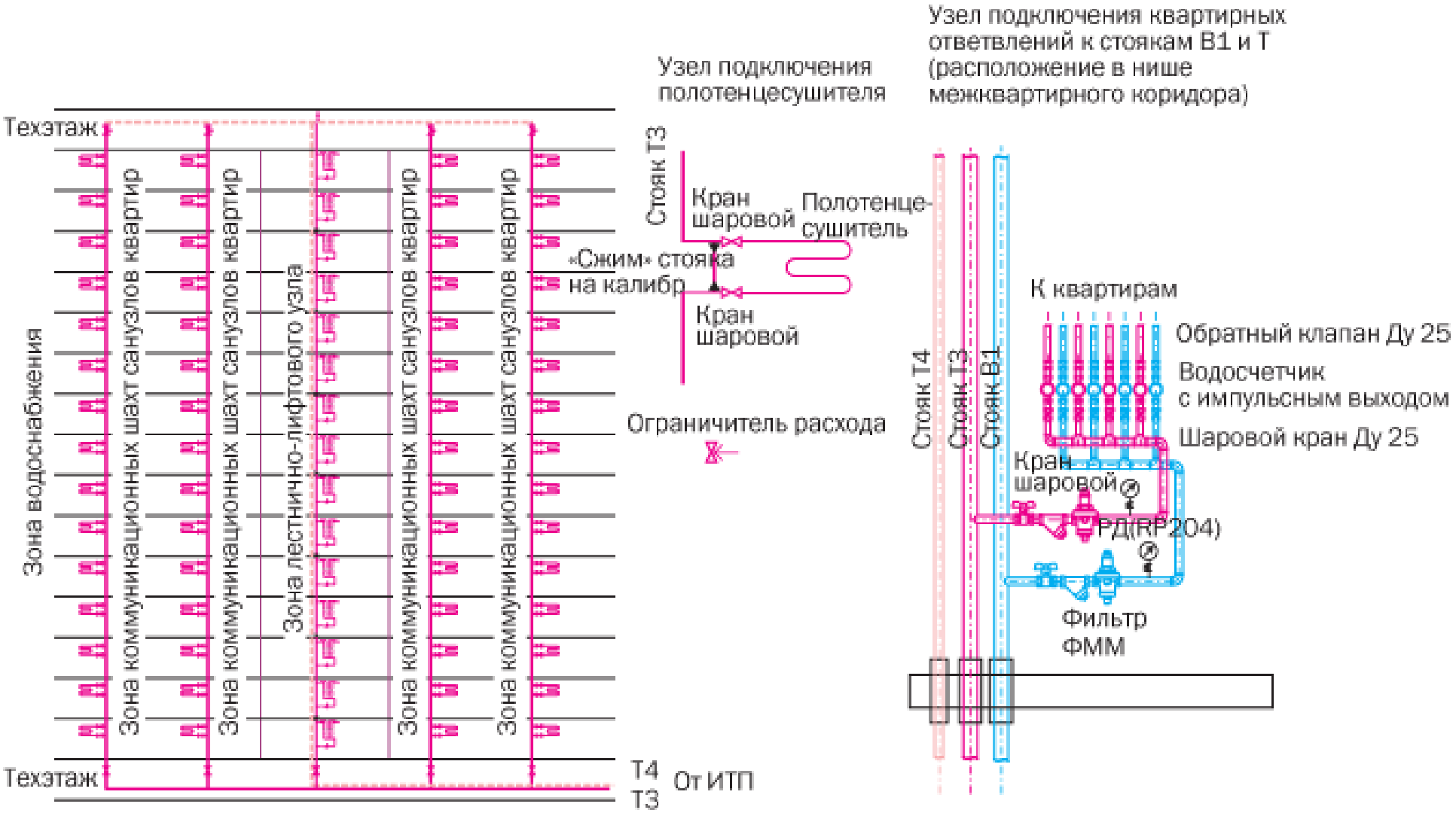
Приложение №1. Показателей качества систем хозяйственно-питьевого водоснабжения высотных жилых зданий

Наименование критериев и основных видов показателей качества	Условное обозначение показателей качества	Основные показатели качества
1. Технический уровень		
1.1. Показатели назначения	$Н_з$	1. Подавать потребителю технологические расходы, определяемые степенью благоустройства зданий (количеством и типом санитарно-технического оборудования) и особенностями потребителя с бесперебойностью, обеспечивающей минимальные ущербы у потребителя.
		2. Качество воды должно соответствовать СанПиН 2.1.4 10517-01.
		3. Температура в водопроводе холодной воды не должна быть ниже 2 °С и выше 25 °С, в водопроводе горячей воды – не ниже 50 °С и не выше 75 °С.
		4. Обеспечивать рабочее давление не более 0,6 МПа (60 м вод. ст.) и не менее 0,05 МПа (5 м вод. ст.). Примечание: при использовании водоразборной арматуры с низким гидравлическим сопротивлением допускается снижение давления до 0,02 МПа при условии подачи при этом давлении нормативного расхода.
		5. Обеспечивать коэффициент водосбережения не более 1,5.
		6. Водопровод должен отвечать требованиям ресурсосбережения:
		6.1. Материалоемкость не должна превышать 100 $дм^3$/потр.
		6.2. Энергопотребление – не более 700кДж/потр. сут.
		6.4. Установленная мощность – не более 0,1 квт/потр.
		6.5. Трудоемкость монтажа – не более 0,1 чел.час/потр.
		6.6. Затраты на эксплуатацию – не более 1 чел.час/потр.год.
1.2. Показатели безопасности	$Н_к$	Водопровод должен быть безопасен для здоровья человека:
		1. Материалы, используемые для монтажа и эксплуатации водопровода, должны отвечать требованиям Государственной санитарной инспекции и не должны выделять в воду веществ, ухудшающих ее качество.

		2. Конструкция системы должна исключать возможность попадания из окружающей среды загрязнений, ухудшающих качество воды.
		3. Уровень шума, возникающий при работе системы и ее элементов, должен соответство-вать требованиям СанПиН, СНиП «Защита от шума».
		4. Исключать возможность ожога пользующегося.
		Водопровод должен гарантировать сохранность имущества и строительных конструкций здания, исключать возможность затопления, длительного увлажнения, повреждения строительных конструкций и предметов, находящихся в помещении.
		Водопровод должен отвечать требованиям по охране окружающей среды, утвержденным Госкомприродой, обеспечивать рациональное потребление воды из природных источников, исключать утечки воды в грунт или помещения, не допускать сброса некачественной воды после промывки и ремонта в почву и на прилегающую территорию.
1.3. Показатели надеж-ности (долговечность, сохраняемость)	Н	Водопровод должен обеспечивать надежную работу в процессе эксплуатации:
		1. Допустимое снижение расхода у потребителя от максимального секундного расчетно-го не должно быть более 10 %.
		2. Допустимое повышение или снижение температуры до потребителя/на выходе из изли-ва водразборной арматуры – не более 1 °С.
		3. Средняя продолжительность снижения расхода или температуры – не более 2 с.
		4. Суммарная продолжительность снижения температуры или расхода в час максимального водопотребления – не более 10 с.
		5. Суммарный параметр потока отказов по герметичности для трубопроводов – не более 0,01 1/пог.м.год, для водоразборной арматуры – 4,0/арм.год, для трубопроводной арма-туры – 0,05 /арм.год.
		6. Наработка на отказ установок для повышения давления – не менее 100 тыс. час.
		7. Долговечность водопровода определяется сроком службы здания, его капитальностью. Срок службы системы до капитального ремонта – не менее 50 лет.
	$Р_п$	Продолжительность, трудоемкость восстановления при отказах должна обеспечивать заданные параметры надежности системы и ее элементов. Узлы и элементы водопровода должны быть ремонтопригодны, допускать возможность

		демонтажа и повторного монтажа без нарушения целостности строительных конструкций.
1.5. Показатели технологичности	$Т_х$	Удельная трудоемкость изготовления системы,
		удельная материалоемкость системы,
		удельная энергоемкость монтажа,
		степень механизации и автоматизации.
1.6. Показатели транспортабельности	$Т_р$	Масса укрупненных блоков и узлов,
		габариты укрупненных элементов,
		материалоемкость и трудоемкость упаковки узлов,
		возможность контейнеризации укрупненных узлов.
1.7. Показатели совместимости	$С_с$	1. Водопровод должен обеспечивать требования к взаимозаменяемости и проектироваться с максимальным использованием стандартных, типовых деталей, узлов блоков и установок с учетом индустриальных методов их изготовления и монтажа.
		2. Водопровод должен быть совместим со строительными конструкциями и другими инженерными системами.
1.8. Эргономические показатели	$Э_р$	Температурный режим в помещении,
		уровень токсичности в помещениях,
		уровень запыленности в помещениях,
		уровень вибрации при работе установок,
		удобство пользования водопроводом.
1.9. Эстетические показатели	$Э_с$	Элементы водопровода, влияющие на интерьер помещения, должны отвечать требованиям дизайна, не нарушать архитектурной композиции и гармонировать с интерьером помещения.
2. Стабильность показателей качества		
2.1. Показатели однородности	$С_о$	Отклонение количественных значений свойств системы от номинальных не должно превышать 10%.
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов	$С_п$	Соблюдение стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации – полное.
		Процент брака – до 3%.
		Количество рекламаций – не более 3 на партию продукции.
3. Экономическая эффективность		
3.1. Экономические показатели	$Э_к$	Удельные капитальные вложения:
		себестоимость – 15 руб./ $м^3$;
		рентабельность – 18%;
		окупаемость – не более 10 лет.
4. Конкурентоспособность на внешнем рынке		
4.1. Патентно-правовые показатели	$П_п$	Показатели патентной защиты и патентной чистоты, наличие экспорта продукции – не нормируются

Приложение №2. Схема зонирования горячего водоснабжения



Приложение №3. Гидравлический расчет системы В1 для I зоны

№ уч-ка			Длина L,м	Кол-во приборов	Вероятность действия $P = Np_{общ}$ /	N*P	коэффициент α	Расход 1 прибора q_o^c, л/с	Расчетный расход	Другие расходы	Общий расход, л/с	Диаметр d, мм	диаметр условного	Скорость V, м/с	Пьезом. уклон i	Потери напора, $h=i*L(1+K_м)$,
1	-	2	1,1	1	0,01049	0,010	0,200	0,200	0,18		0,18	20	13,2	1,32	0,225	0,32
2	-	3	1,0	2	0,01049	0,021	0,217	0,200	0,22		0,22	20	13,2	1,59	0,313	0,41
3	-	4	0,7	3	0,01049	0,031	0,240	0,200	0,24		0,24	20	13,2	1,75	0,374	0,35
4	-	5	2,0	4	0,01049	0,042	0,259	0,200	0,26		0,26	20	13,2	1,89	0,428	1,11
5	-	6	3,0	4	0,01049	0,042	0,259	0,200	0,26		0,26	40	26,6	0,47	0,015	0,06
6	-	7	3,0	8	0,01049	0,084	0,323	0,200	0,18		0,18	40	26,6	0,32	0,008	0,03
7	-	8	3,0	12	0,01049	0,126	0,374	0,200	0,37		0,37	40	26,6	0,67	0,029	0,11
8	-	9	3,0	16	0,01049	0,168	0,418	0,200	0,42		0,42	40	26,6	0,75	0,035	0,14
9	-	10	3,0	20	0,01049	0,210	0,458	0,200	0,46		0,46	40	26,6	0,82	0,041	0,16
10	-	11	3,0	24	0,01049	0,252	0,495	0,200	0,49		0,49	40	26,6	0,89	0,048	0,19
11	-	12	3,0	28	0,01049	0,294	0,529	0,200	0,18		0,18	40	26,6	0,32	0,008	0,03
12	-	13	3,0	32	0,01049	0,336	0,572	0,200	0,57		0,57	40	26,6	1,03	0,061	0,24
13	-	14	3,0	36	0,01049	0,378	0,593	0,200	0,59		0,59	40	26,6	1,07	0,066	0,26
14	-	15	3,0	40	0,01049	0,420	0,624	0,200	0,62		0,62	40	26,6	1,12	0,072	0,28
15	-	16	3,0	44	0,01049	0,461	0,653	0,200	0,65		0,65	40	26,6	1,18	0,078	0,30
16	-	17	3,8	48	0,01049	0,503	0,680	0,200	0,18		0,18	40	26,6	0,32	0,008	0,04
17	-	18	3,6	48	0,01049	0,503	0,680	0,200	0,68		0,68	76	42	0,49	0,009	0,04
18	-	19	3,6	96	0,01049	1,007	0,973	0,200	0,97		0,97	76	42	0,70	0,018	0,08
19	-	20	3,4	144	0,01049	1,510	1,220	0,200	1,22		1,22	76	42	0,88	0,027	0,12

Продолжение

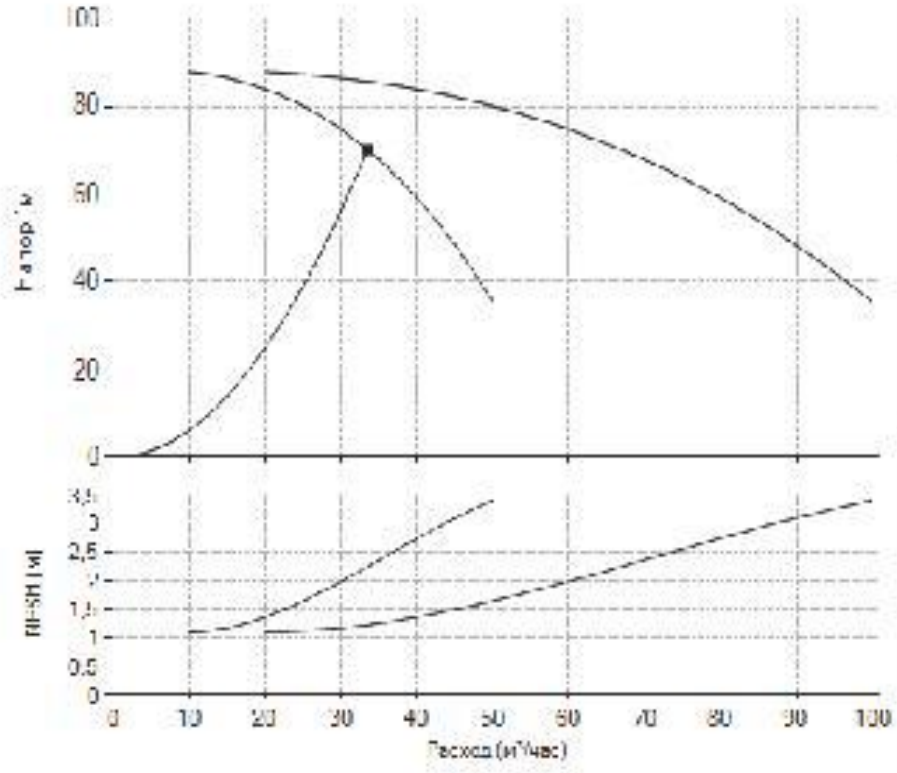
20	-	21	3,3	192	0,01049	2,014	1,443	0,200	1,44		1,44	76	42	1,04	0,036	0,15
21	-	22	6,1	240	0,01049	2,517	1,651	0,200	0,18		0,18	76	42	0,13	0,001	0,11
22	-	23	3,0	288	0,01049	3,021	1,848	0,200	1,85		1,85	76	42	1,33	0,056	0,22
23	-	24	4,3	336	0,01049	3,524	2,038	0,200	2,04		2,04	76	42	1,47	0,066	0,37
24	-	25	3,2	384	0,01049	4,027	2,220	0,200	2,22		2,22	76	42	1,60	0,077	0,32
25	-	26	3,9	432	0,01049	4,531	2,397	0,200	2,40		2,40	76	42	1,73	0,088	0,45
26	-	27	4,2	480	0,01049	5,034	2,570	0,200	0,18		0,18	76	42	0,13	0,001	0,32
27	-	НС	15,7	528	0,01049	5,538	2,739	0,200	2,74		2,74	76	42	1,98	0,112	2,29
																∑h=8,5

Приложение №4 Гидравлический расчет системы В1 для II зоны

№ уч-ка			Длина L,м	Кол-во приборов	Вероятность действия $P = Np_{общ} / N_{пр}$	N*P	коэффициент α	Расход 1 прибора $q_{0,i}^{c}$, л/с	Расчетный расход	Другие расходы	Общий расход, л/с	Диаметр d, мм	диаметр условного	Скорость V, м/с	Пьезом. уклон i	Потери напора, $h=i*L(1+K_м)$, м
1	-	2	1,1	1	0,00824	0,008	0,200	0,200	0,18		0,18	20	13,2	1,32	0,225	0,32
2	-	3	1,0	2	0,00824	0,016	0,206	0,200	0,21		0,21	20	13,2	1,51	0,285	0,37
3	-	4	2,0	4	0,00824	0,033	0,243	0,200	0,24		0,24	20	13,2	1,78	0,382	0,99
4	-	5	2,3	4	0,00824	0,033	0,243	0,200	0,24		0,24	40	26,6	0,44	0,013	0,04
5	-	6	4,5	48	0,00824	0,396	0,606	0,200	0,61		0,61	50	33,2	0,70	0,024	0,14
6	-	7	4,2	96	0,00824	0,791	0,855	0,200	0,86		0,86	50	33,2	0,99	0,044	0,24
7	-	8	3,5	144	0,00824	1,187	1,064	0,200	1,06		1,06	50	33,2	1,23	0,064	0,29
8	-	9	4,2	192	0,00824	1,582	1,253	0,200	1,25		1,25	50	33,2	1,45	0,086	0,47
9	-	10	3,6	240	0,00824	1,978	1,428	0,200	1,43		1,43	50	33,2	1,65	0,108	0,51
10	-	11	3,0	288	0,00824	2,373	1,593	0,200	1,59		1,59	50	33,2	1,84	0,132	0,51
11	-	12	7,3	288	0,00824	2,373	1,593	0,200	1,59		1,59	50	33,2	1,84	0,132	1,24
12	-	нс	112,0	672	0,00824	5,538	2,739	0,200	2,74		2,74	76	42	1,98	0,112	10,07
																∑h=15,2

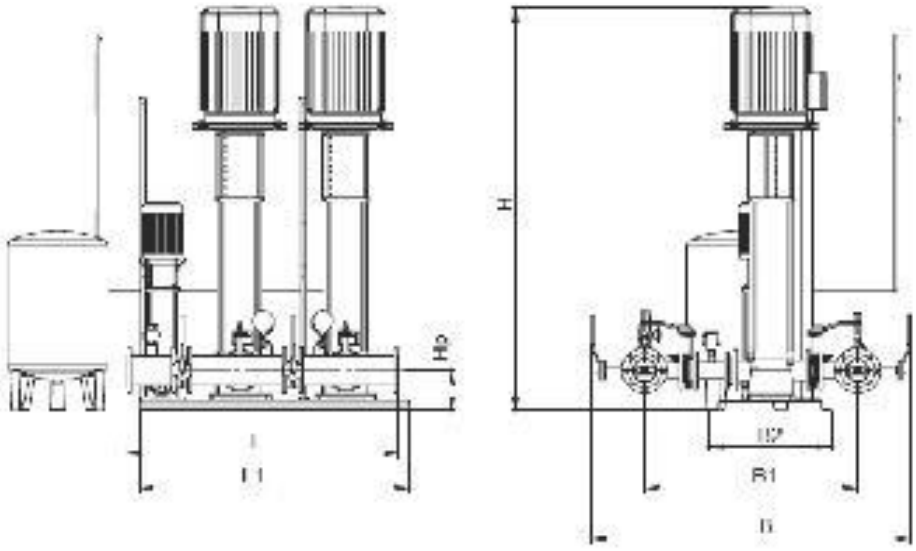
Насосная станция пожаротушения ANTARUS 2 HELIX FIRST V3604/2/DS 23-J (жокей HELIX V 216, бак 80л)

артикул: 739763

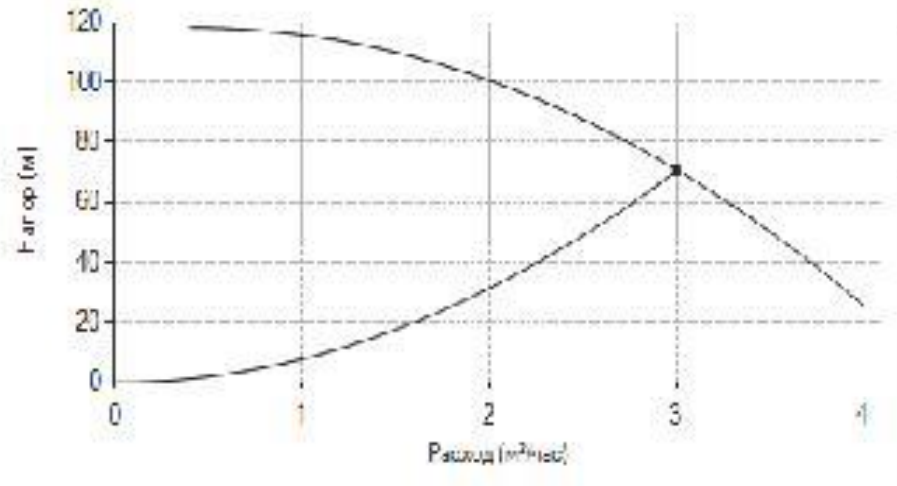


Запрашиваемые параметры:	
Расход	32 м³/ч
Напор	64 м
Температура воды	0 - 70 °C
Фактические параметры:	
Расход	33,53 м³/ч
Напор	70,27 м
Мощность на валу	8,85 кВт
Макс. уровень шума	70 дБа
Максимальное давление	PN16
Данные электродвигателя:	
Ном. мощность	11 кВт
Ном.напряжение	В, 50 гц
Номинальный ток	19 А
Данные станции:	
Вес	840 кг
Подключение	DN 100

L	1 780 мм
L1	1 526 мм
H	1 465 мм
Hp	160 мм
H1	мм
H2	мм
B	1 475 мм
B1	975 мм
B2	580 мм



* фактические размеры могут незначительно отличаться от представленных



Жокей насос	
Запрашиваемые параметры:	
Расход	3,01 м³/ч
Напор	70,46 м
Данные электродвигателя:	
Ном. мощность	1,5 кВт
Ном.напряжение	В, 50 гц
Номинальный ток	3,1 А

Приложение №6. Гидравлический расчет подающего трубопровода горячего водоснабжения I зоны

№ уч-ка			Длина L,м	Кол-во приборов N, шт	Вероятность действия $P = Np_{общ} / N_{общ}$	N*P	коэффициент α	Расход 1 прибора q_o^c, л/с	Расчетный расход	Другие расходы, л/с	Общий расход, л/с	Диаметр d, мм	диаметр условного	Скорость V, м/с	коэффициент $K_м$	Пьезом. уклон i	Потери напора, $h=i*L(1+K_м)$, м
1	-	2	1,1	1	0,00824	0,008	0,200	0,200	0,09		0,09	20	13,2	0,66	0,25	0,066	0,09
2	-	3	1,0	2	0,00824	0,016	0,206	0,200	0,21		0,21	20	13,2	1,51	0,25	0,285	0,36
3	-	4	2,0	3	0,00824	0,025	0,225	0,200	0,23		0,23	20	13,2	1,65	0,25	0,335	0,84
4	-	5	3,0	3	0,00824	0,025	0,225	0,200	0,23		0,23	40	26,6	0,41	0,25	0,012	0,04
5	-	6	3,0	6	0,00824	0,049	0,272	0,200	0,27		0,27	40	26,6	0,49	0,25	0,016	0,06
6	-	7	3,0	9	0,00824	0,074	0,309	0,200	0,31		0,31	40	26,6	0,56	0,25	0,021	0,08
7	-	8	3,0	12	0,00824	0,099	0,342	0,200	0,34		0,34	40	26,6	0,62	0,25	0,025	0,09
8	-	9	3,0	15	0,00824	0,124	0,371	0,200	0,37		0,37	40	26,6	0,67	0,25	0,029	0,11
9	-	10	3,0	18	0,00824	0,148	0,397	0,200	0,40		0,40	40	26,6	0,72	0,25	0,032	0,12
10	-	11	3,0	21	0,00824	0,173	0,423	0,200	0,42		0,42	40	26,6	0,76	0,25	0,036	0,14
11	-	12	3,0	24	0,00824	0,198	0,447	0,200	0,45		0,45	40	26,6	0,80	0,25	0,040	0,15
12	-	13	3,0	27	0,00824	0,223	0,469	0,200	0,47		0,47	40	26,6	0,84	0,25	0,043	0,16
13	-	14	3,0	30	0,00824	0,247	0,491	0,200	0,49		0,49	40	26,6	0,88	0,25	0,047	0,18
14	-	15	7,0	33	0,00824	0,272	0,512	0,200	0,51		0,51	40	26,6	0,92	0,25	0,051	0,44
15	-	16	3,6	66	0,00824	0,544	0,707	0,200	0,71		0,71	76	42	0,51	0,25	0,010	0,05
16	-	17	3,4	99	0,00824	0,816	0,869	0,200	0,87		0,87	76	42	0,63	0,25	0,015	0,06
17	-	18	3,3	132	0,00824	1,088	1,015	0,200	1,01		1,01	76	42	0,73	0,25	0,019	0,08
18	-	19	6,1	165	0,00824	1,360	1,149	0,200	1,15		1,15	76	42	0,83	0,25	0,024	0,18
19	-	20	3,0	198	0,00824	1,632	1,275	0,200	1,27		1,27	76	42	0,92	0,25	0,029	0,11

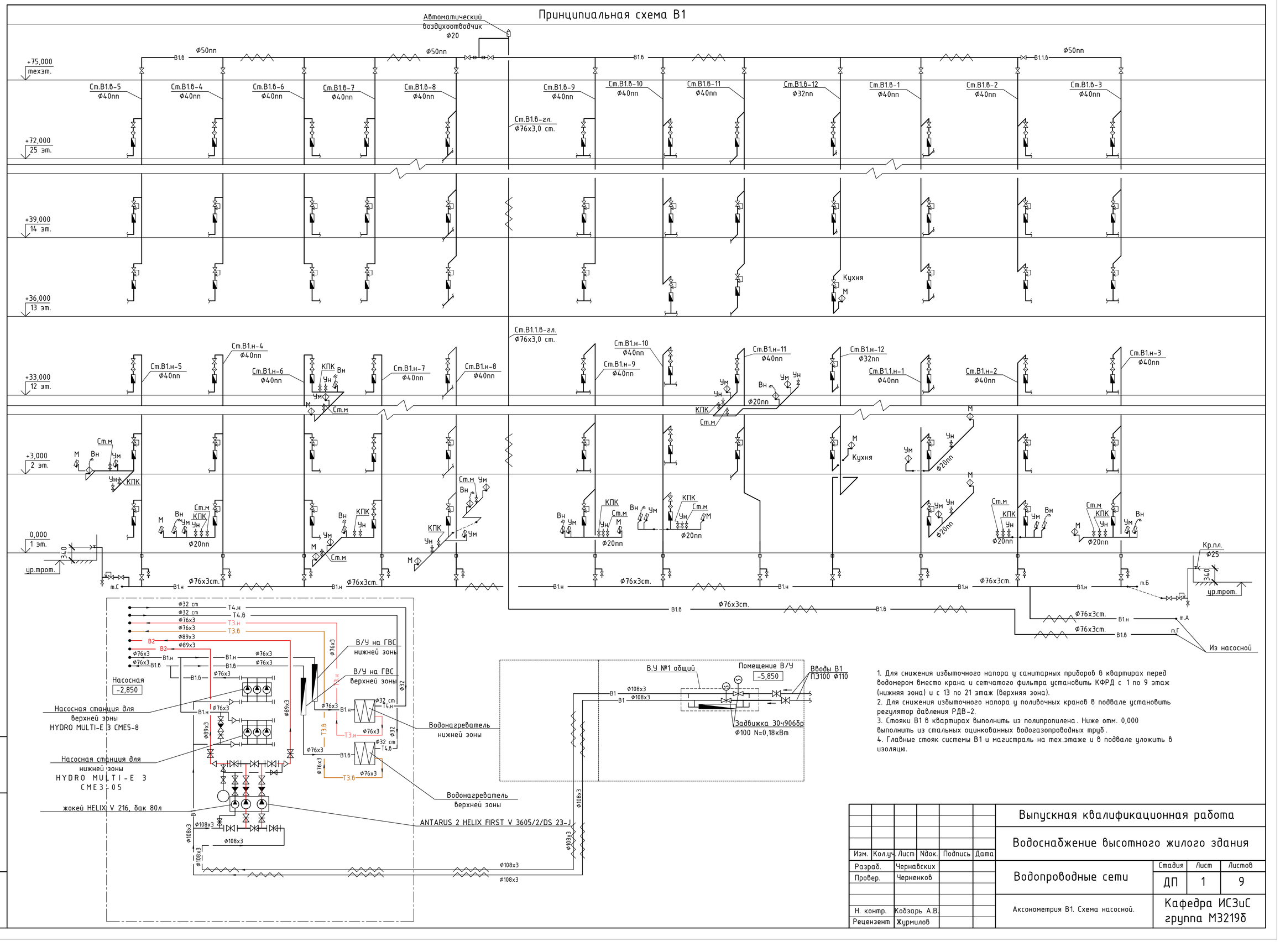
Продолжение

20	-	21	4,3	231	0,00824	1,904	1,396	0,200	1,40		1,40	76	42	1,01	0,25	0,034	0,18
21	-	22	3,2	264	0,00824	2,176	1,511	0,200	1,51		1,51	76	42	1,09	0,25	0,039	0,16
22	-	23	3,9	297	0,00824	2,448	1,623	0,200	1,62		1,62	76	42	1,17	0,25	0,044	0,22
23	-	24	4,2	330	0,00824	2,719	1,732	0,200	1,73		1,73	76	42	1,25	0,25	0,050	0,26
24	-	ввод	26,0	330	0,00824	2,719	1,732	0,200	1,73		1,73	76	42	1,25	0,25	0,050	2,85
																∑h	7

Приложение №7. Гидравлический расчет подающего трубопровода горячего водоснабжения II зоны

№ уч-ка	Длина L,м	Кол-во приборов N, шт.	Вероятность действия $P = Np_{общ} / N_{общ}$	N*P	коэффициент α	Расход 1 прибора q_o^c, л/с	Расчетный расход $q^c = 5q_o{}^c \times \alpha$, л/с	Другие расходы, л/с	Общий расход, л/с	Диаметр d, мм	диаметр условного прохода d_y, мм	Скорость V, м/с	коэффициент $K_м$	Пьезом. уклон i	Потери напора, $h=i*L(1+K_м)$, м
1 - 2	1,1	1	0,02113	0,021	0,217	0,200	0,09		0,09	20	13,2	0,66	0,25	0,066	0,09
2 - 3	1,0	3	0,02113	0,063	0,294	0,200	0,29		0,29	20	13,2	2,15	0,25	0,537	0,67
3 - 4	2,0	3	0,02113	0,063	0,294	0,200	0,29		0,29	40	26,6	0,53	0,25	0,019	0,05
4 - 5	2,3	39	0,02113	0,824	0,874	0,200	0,87		0,87	50	33,2	1,01	0,25	0,045	0,13
5 - 6	4,5	78	0,02113	1,648	1,282	0,200	1,28		1,28	50	33,2	1,48	0,25	0,089	0,50
6 - 7	4,2	117	0,02113	2,472	1,633	0,200	1,63		1,63	50	33,2	1,89	0,25	0,137	0,72
7 - 8	3,5	156	0,02113	3,296	1,953	0,200	1,95		1,95	50	33,2	2,26	0,25	0,189	0,83
8 - 9	4,2	195	0,02113	4,120	2,253	0,200	2,25		2,25	50	33,2	2,60	0,25	0,243	1,28
9 - 10	3,6	234	0,02113	4,944	2,539	0,200	2,54		2,54	50	33,2	2,93	0,25	0,301	1,35
10 - 11	3,0	273	0,02113	5,769	2,816	0,200	2,82		2,82	76	42	2,03	0,25	0,118	0,44
11 - т/о	122,0	273	0,02113	5,769	2,816	0,200	2,82		2,82	76	42	2,03	0,25	0,118	17,93
														∑h	23,99

Принципиальная схема В1

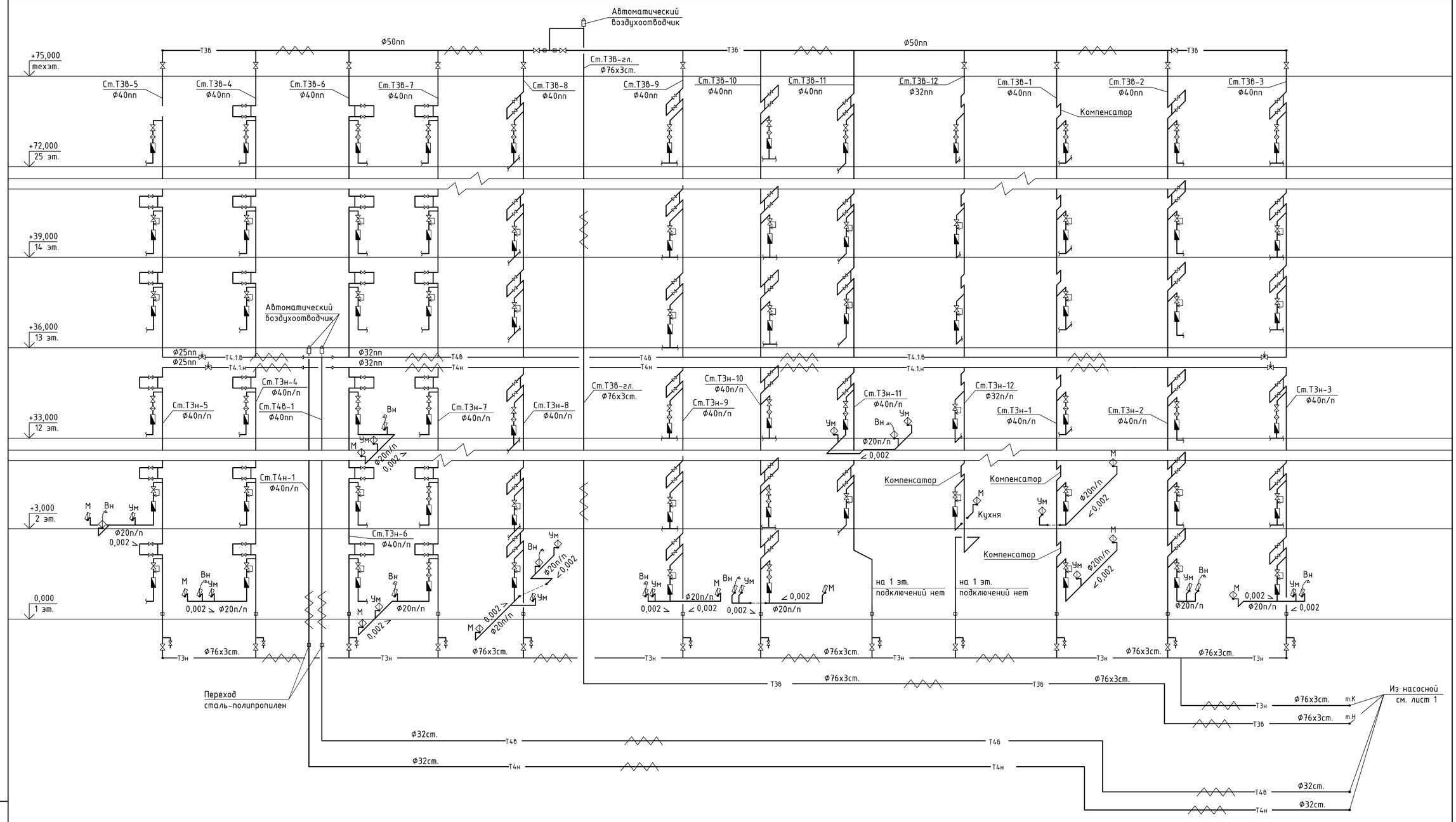


1. Для снижения избыточного напора у санитарных приборов в квартирах перед водомером вместо крана и сетчатого фильтра установить КФРД с 1 по 9 этаж (нижняя зона) и с 13 по 21 этаж (верхняя зона).
2. Для снижения избыточного напора у поливочных кранов в подвале установить регулятор давления РДВ-2.
3. Стояки В1 в квартирах выполнить из полипропилена. Ниже отм. 0,000 выполнить из стальных оцинкованных водогазопроводных труб.
4. Главные стояк системы В1 и магистраль на тех.этаже и в подвале уложить в изоляцию.

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Выпускная квалификационная работа			
						Водоснабжение высотного жилого здания			
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети	Стадия	Лист	Листов
Провер.		Черненков					ДП	1	9
Н. контр.		Кобзарь А.В.				Аксонометрия В1. Схема насосной.	Кафедра ИСЗиС группа М3219б		
Рецензент		Журмилов							

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв.№ подл.

Принципиальная схема Т3; Т4

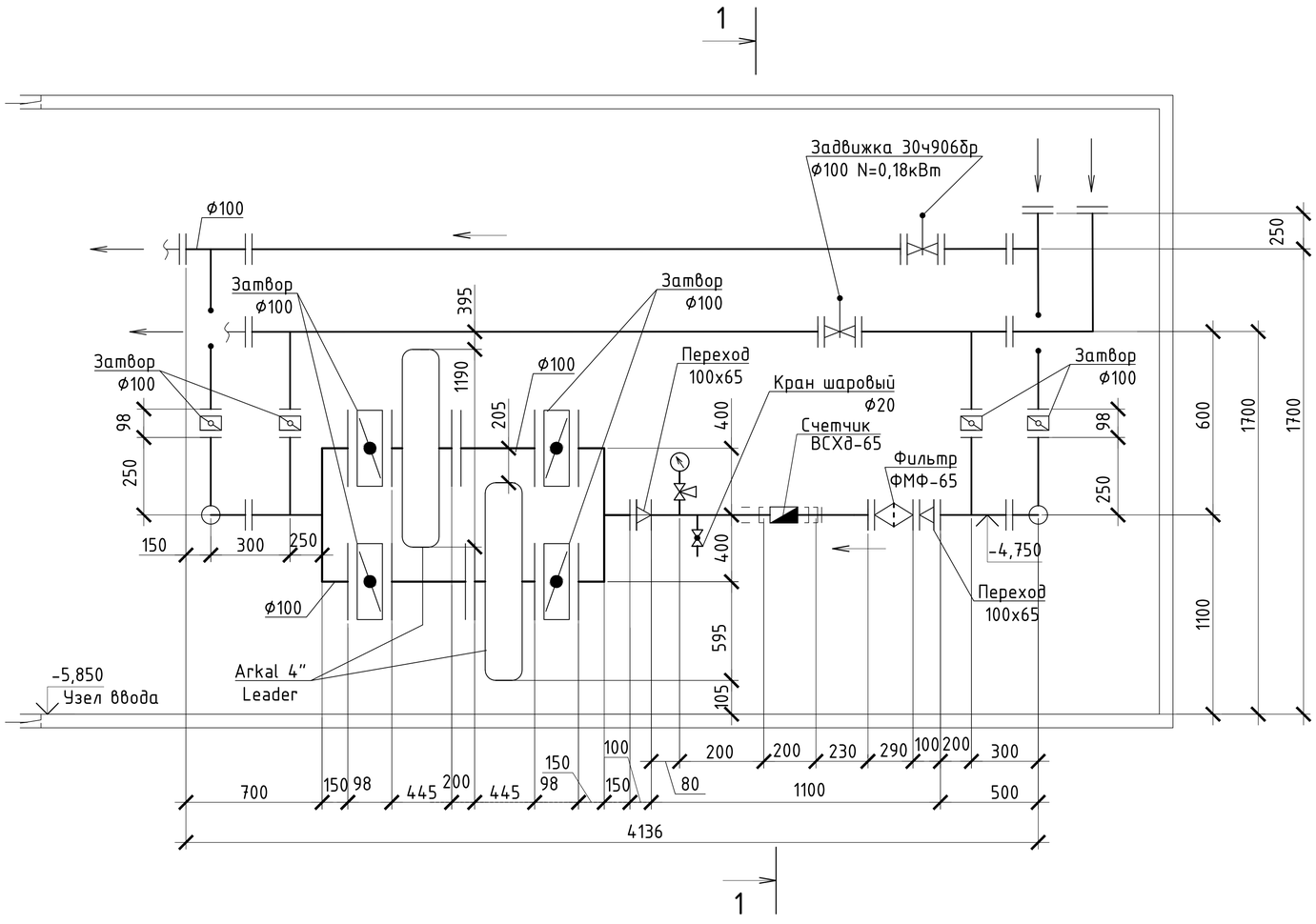


1. Для снижения избыточного напора у санитарных приборов в квартирах перед водомером вместо крана и сетчатого фильтра установить КФРД с 1 по 9 этаж (нижняя зона) и с 13 по 21 этаж (верхняя зона).
2. Для снижения избыточного напора у поливочных кранов в подвале установить регулятор давления РДВ-2.
3. Стояки Т3 в квартирах выполнить из полипропилена. Ниже отм. 0,000 выполнить из стальных оцинкованных водогазопроводных труб.
7. Трубопроводы системы Т3 уложить в изоляцию (стояки, магистрали).

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Выпускная квалификационная работа			
						Водоснабжение высотного жилого здания			
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети	Стадия	Лист	Листов
Провер.		Черненков					ДП	2	9
Н. контр.		Зав.Кафедр.				Аксонометрия Т3; Т4.	Кафедра ИСЗиС группа М3219б		
Рецензент		Журмилов							

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв.№ подл.

Схема водомерного узла №1



1–1

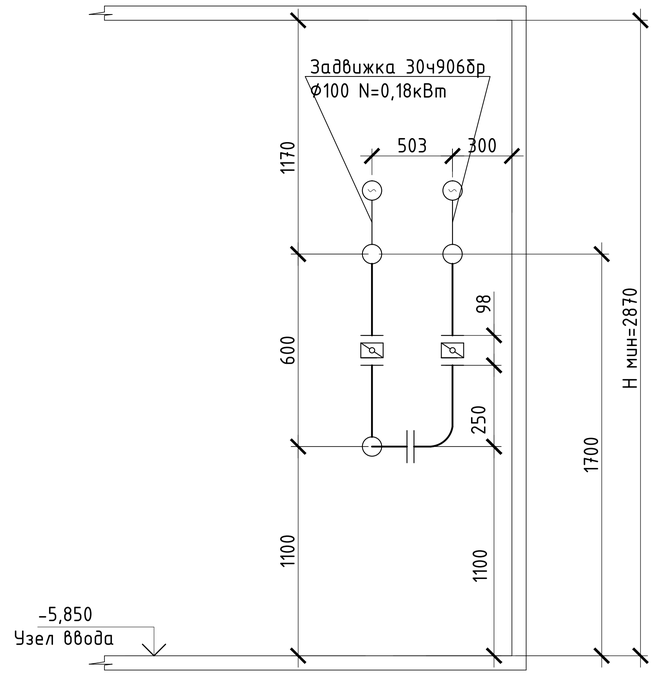


Схема водомерного узла №2

на ГВС нижней зоны (на системе В1)

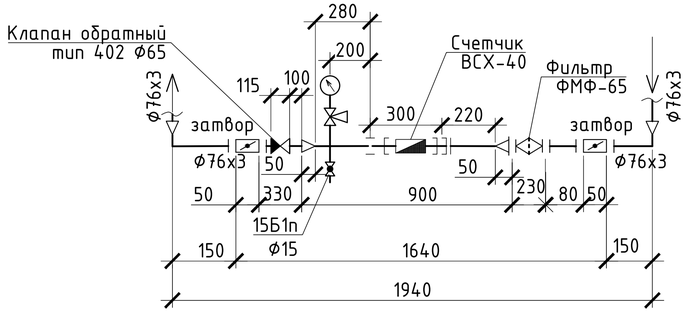
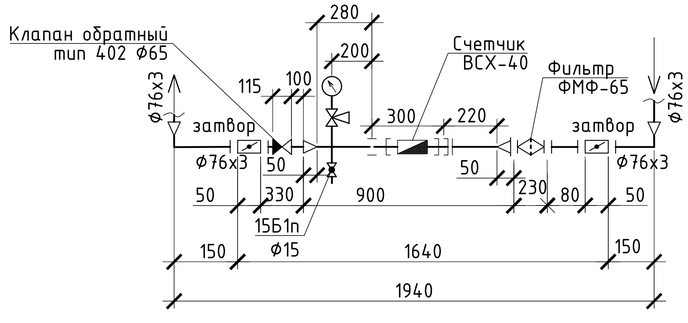


Схема водомерного узла №3

на ГВС верхней зоны (на системе В1)



						Выпускная квалификационная работа
						Водоснабжение высотного жилого здания
изм	кол.уч	лист	N док	подпись	дата	
Разработал		Чернавских				Водопроводные сети
Проверил		Черненков				
Н. контр.		Зав.Кафедр.				Схема водомерного узла №1, №2, №3. Разрез 1-1.
Рецензент		Журмилов				

стадия	лист	листов
ДП	3	9

Кафедра ИСЗиС
группа М3219б

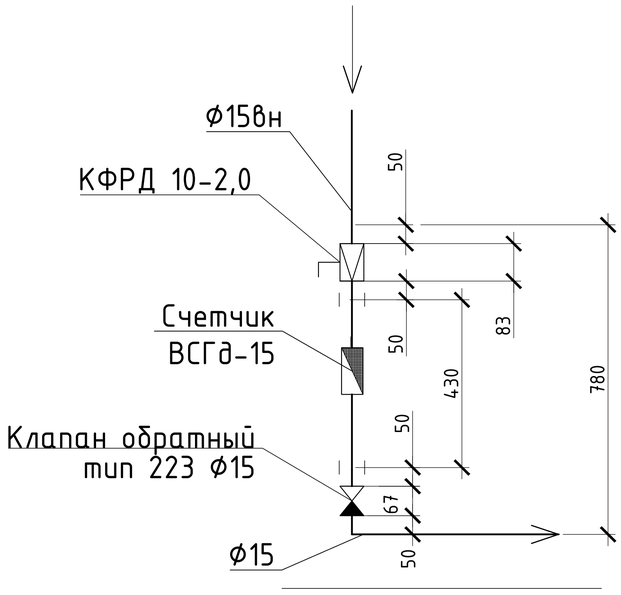
Взам. инв. №

Подпись и дата

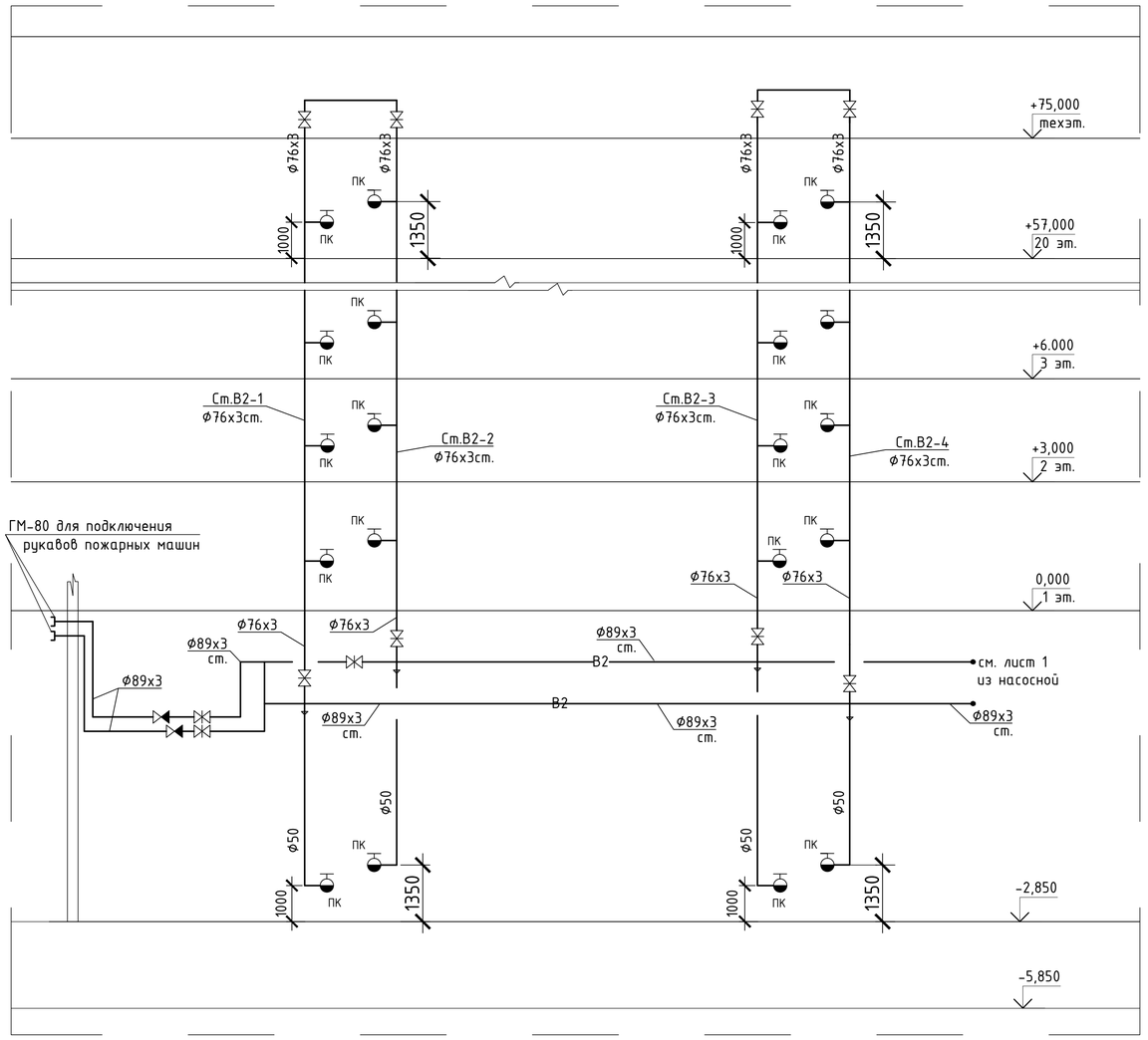
Инв.№ подл.

Формат А3

Принципиальная схема квартирного В/У



Принципиальная схема В2



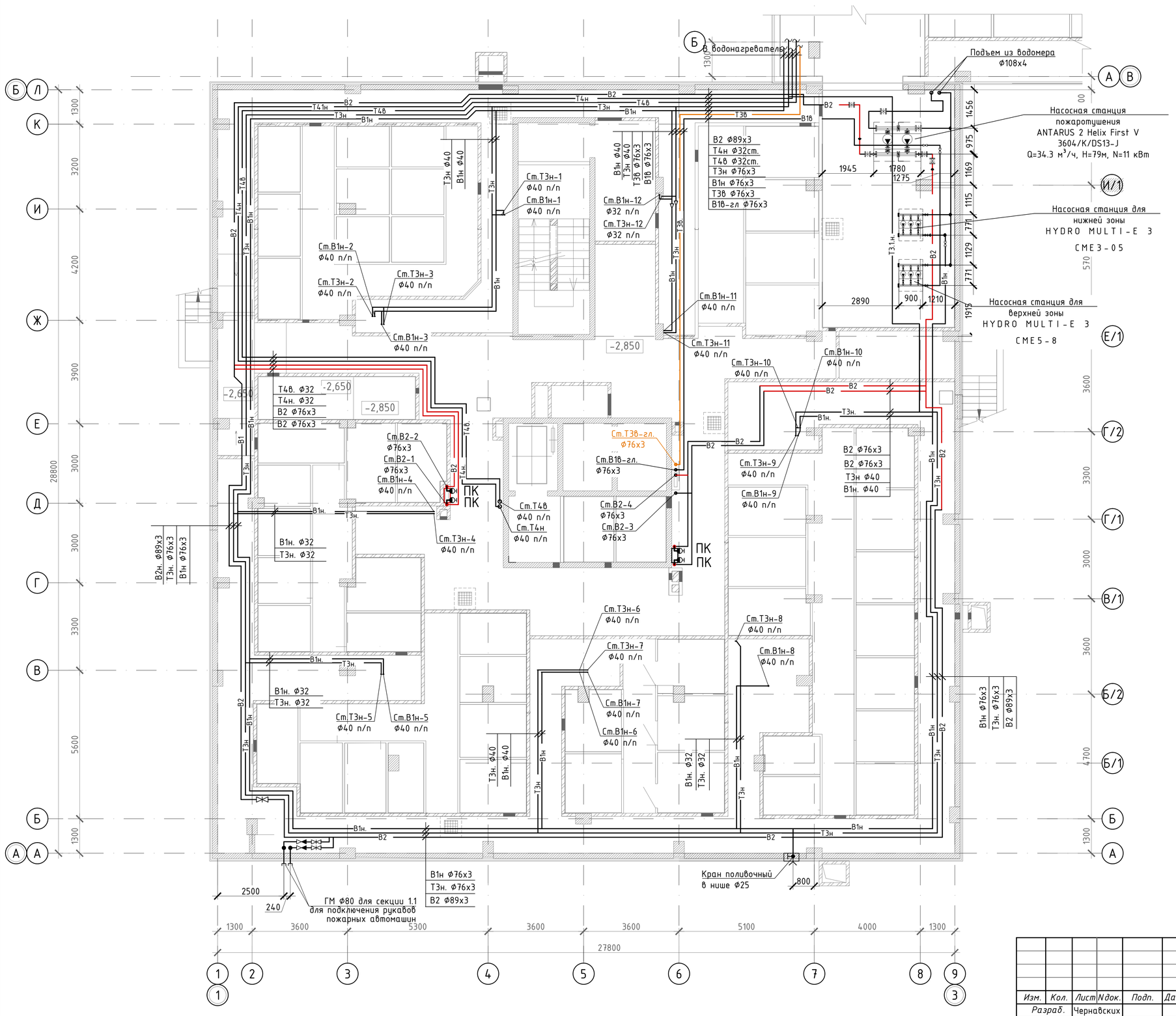
						Выпускная квалификационная работа	
						Водоснабжение высотного жилого здания	
изм	кол.уч	лист	N док	подпись	дата		
Разработал		Чернавских				Водопроводные сети	стадия: ДП; лист: 4; листов: 9
Проверил		Черненков					
Н. контр.		Зав.Кафедр.				Аксонометрия В2. Схема квартирных водомерных узлов.	Кафедра ИСЗиС группа М3219б
Рецензент		Журмилов					

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Формат А3

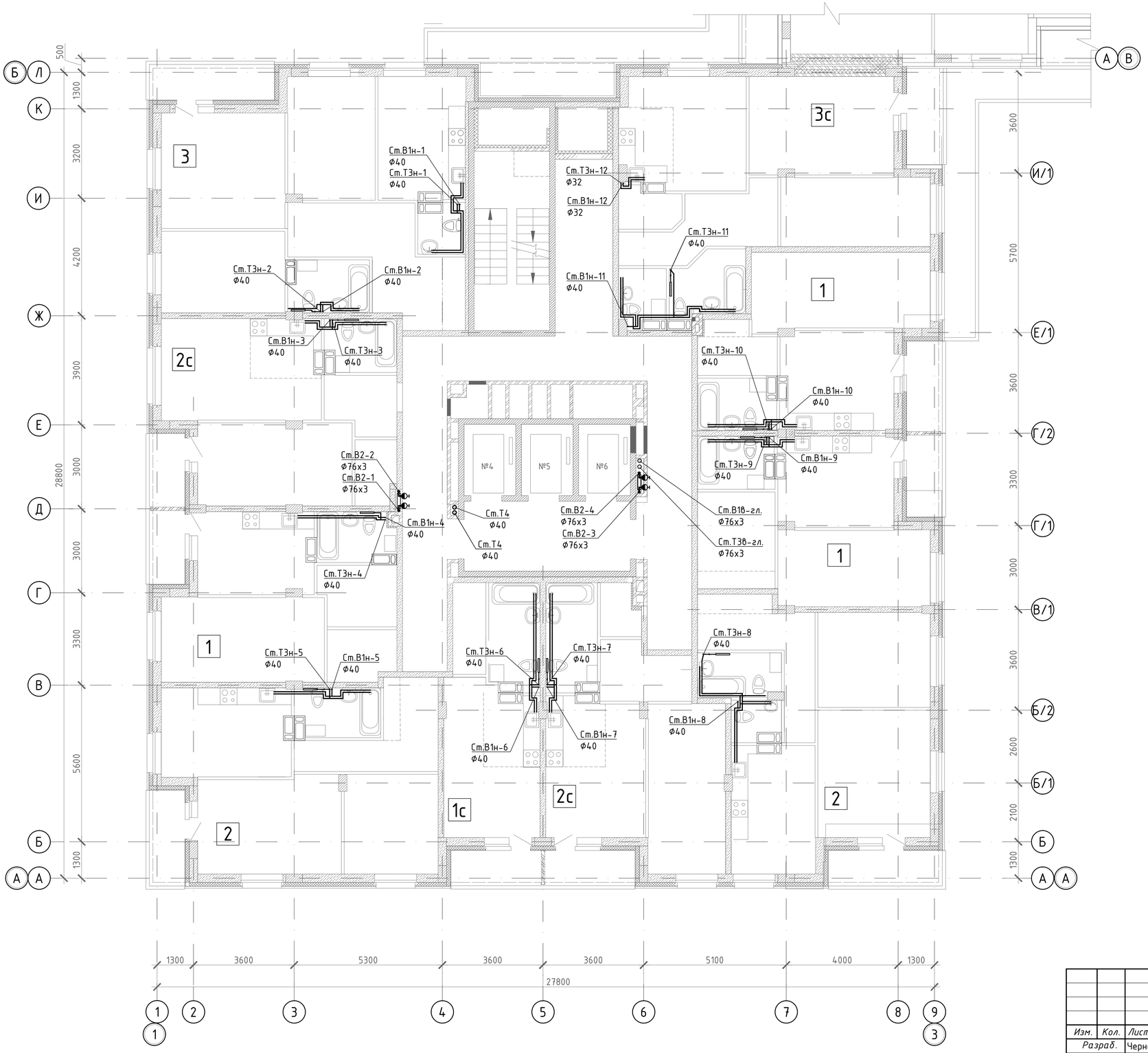


						Выпускная квалификационная работа
						Водоснабжение высотного жилого здания
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подп.	Дата	
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети
Проверил		Черненков				
Н. Контр.		Зав.Кафедр.				План подвального этажа с системами В1; Т3; Т4; В2.
Рецензент		Журилов				Кафедра ИСЗиС группа М3219б

Стадия	Лист	Листов
ДП	5	9

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№подл.

26.06.2018 Формат А2



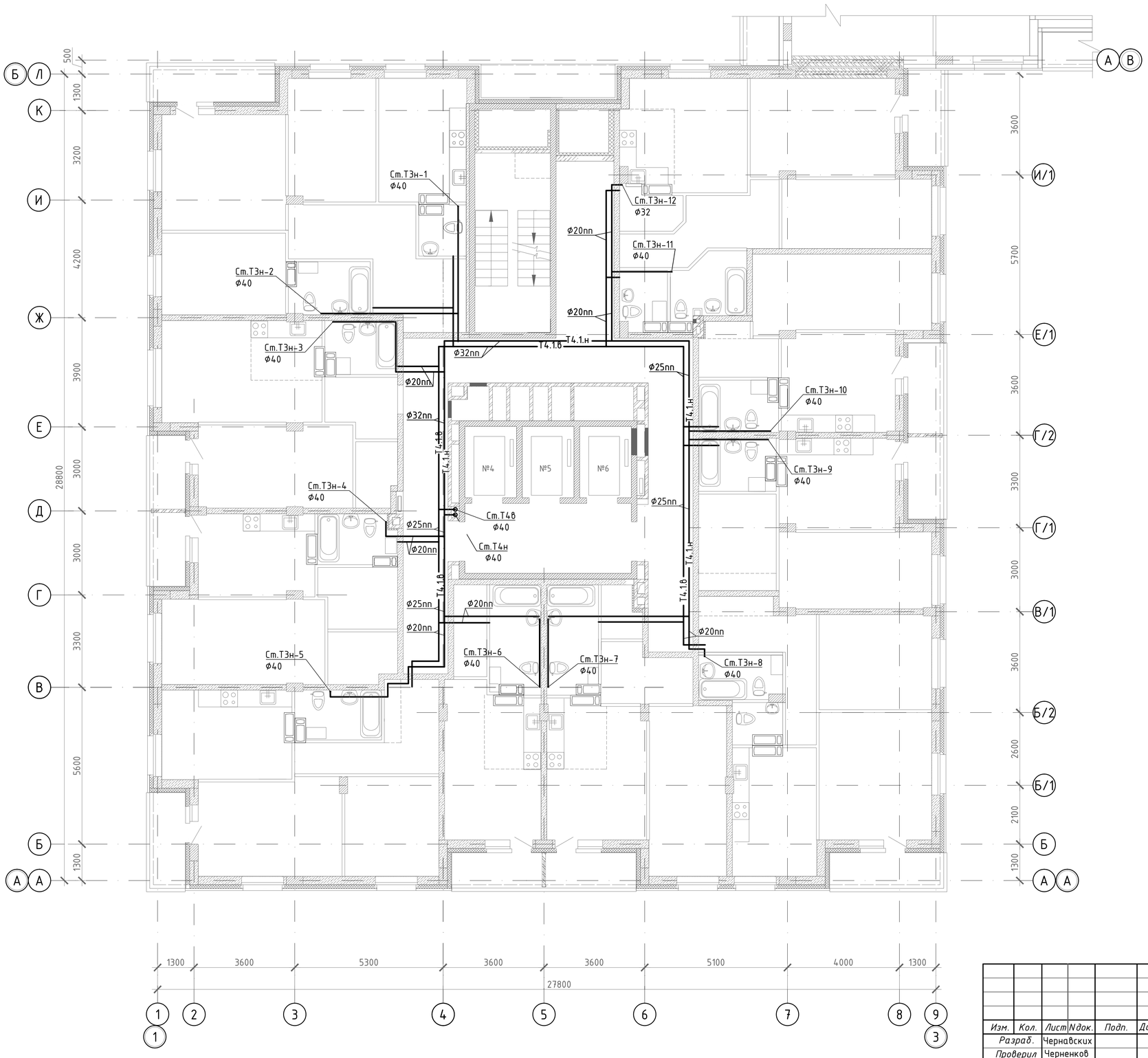
						Выпускная квалификационная работа
						Водоснабжение высотного жилого здания
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подп.	Дата	
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети
Проверил		Черненков				
Н. Контр.		Зав.Кафедр.				План 1...11 этажа с системами В1; Т3; Т4; В2.
Рецензент		Журмилов				

Стадия	Лист	Листов
ДП	6	9

Кафедра ИСЗиС
группа М3219б

26.06.2018 Формат А2

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№подл.



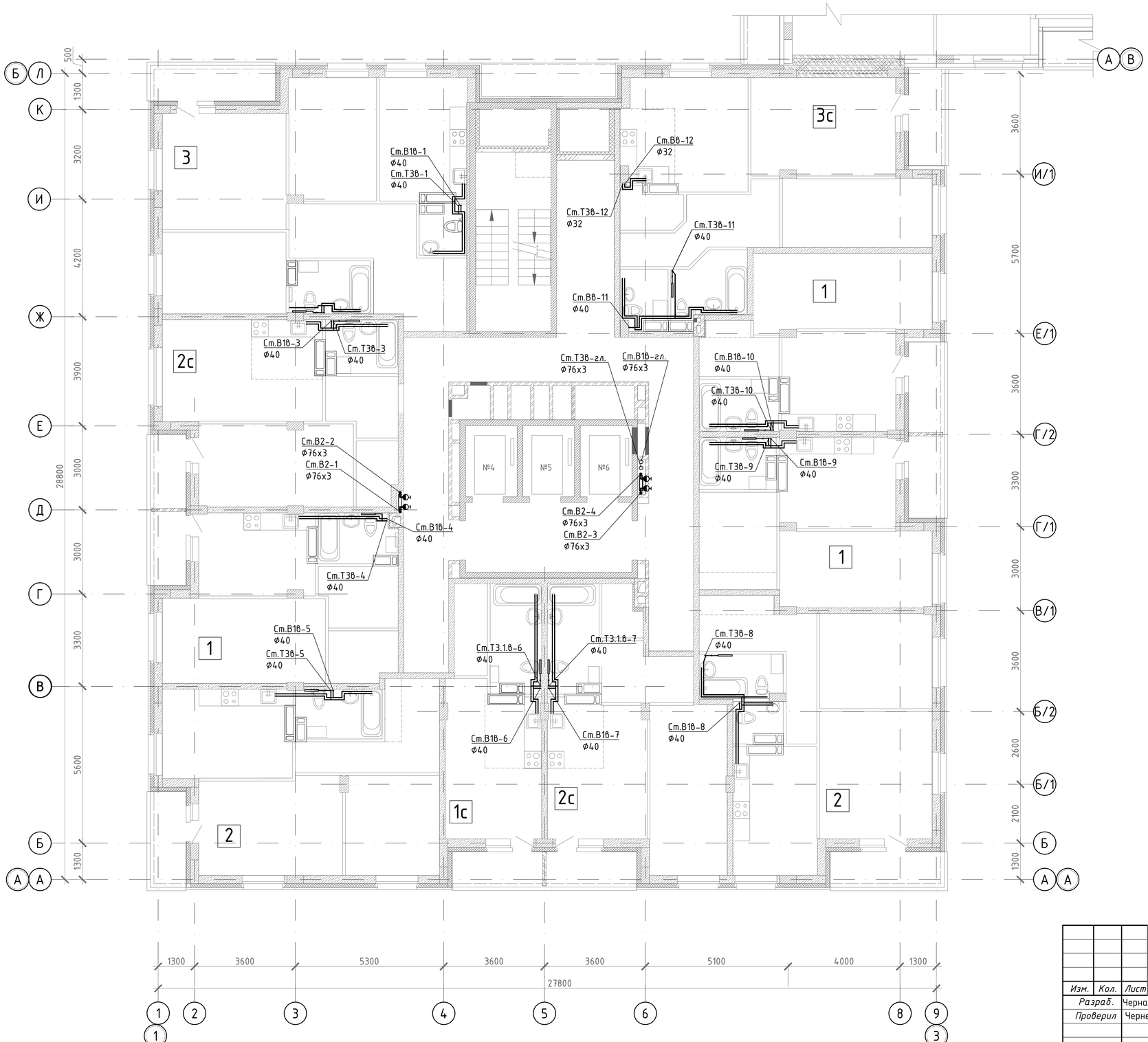
						Выпускная квалификационная работа
						Водоснабжение высотного жилого здания
Изм.	Кол.	Лист	Nдок.	Подп.	Дата	
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети
Проверил		Черненков				
Н. Контр.		Зав.Кафедр				План 12 этажа с системами Т4н, Т4в
Рецензент		Журмилов				

Стадия	Лист	Листов
ДП	7	9

Кафедра ИСЗиС группа М3219б

26.06.2018 Формат А2

Взам.инв.№ | Подпись и дата | Инв.№подл.



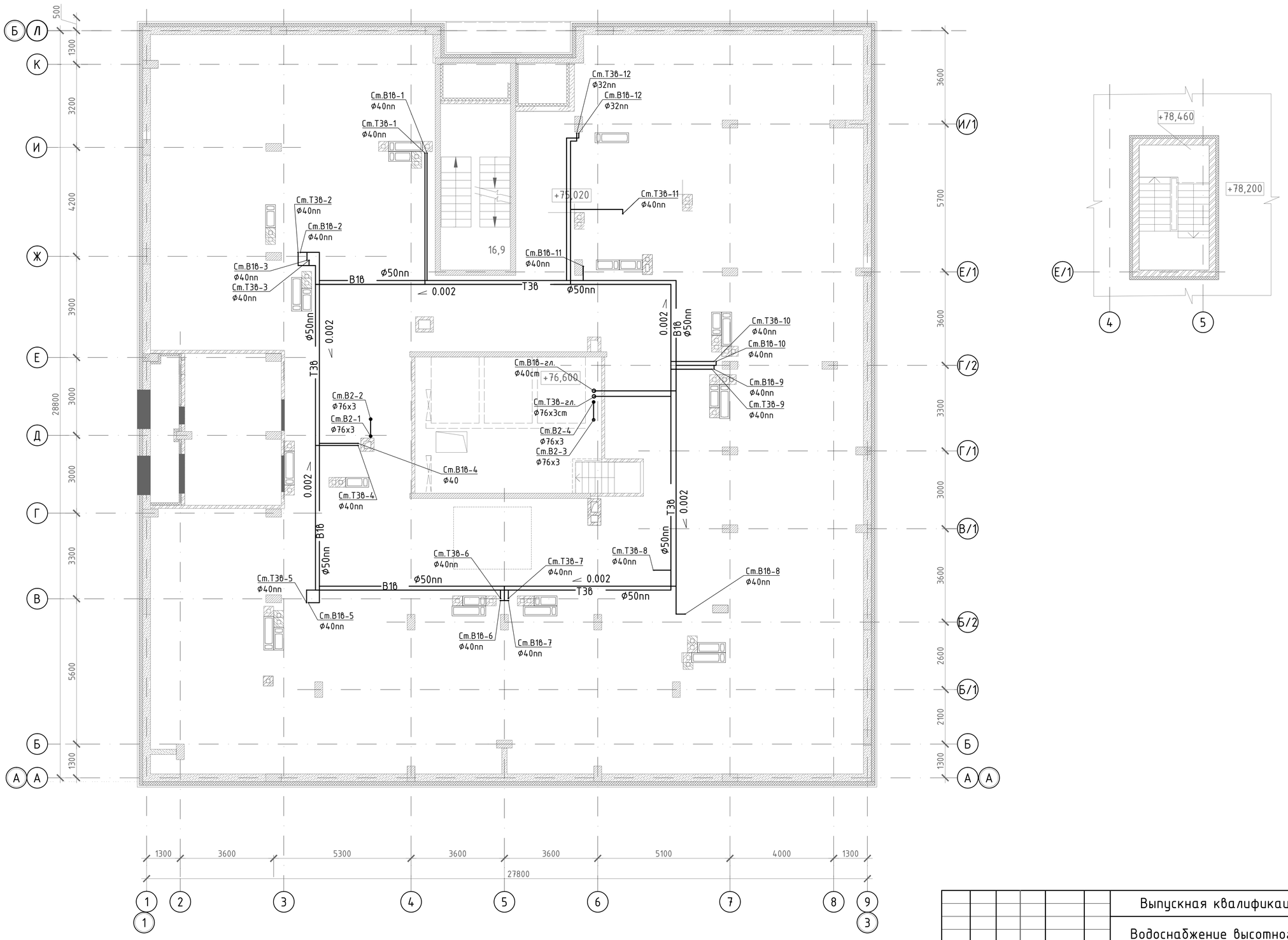
Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№подл.

						Выпускная квалификационная работа
						Водоснабжение высотного жилого здания
Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подп.	Дата	
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети
Проверил		Черненков				Стадия: ДП; Лист: 8; Листов: 9
Н. Контр.		Зав.Кафедр.				План 13...25 этажа с системами В1; Т3; В2.
Рецензент		Журмилов				Кафедра ИСЗиС группа М3219б

26.06.2018 Формат А2



Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№подл.

						Выпускная квалификационная работа	
						Водоснабжение высотного жилого здания	
Изм.	Кол.	Лист	Nдок.	Подп.	Дата		
Разраб.		Чернавских				Водопроводные сети	Стадия: ДП; Лист: 9; Листов: 9
Проверил		Черненков					
Н. Контр.		Зав.Кафедр.				План технического этажа с системами В1; Т3; Т4; В2.	Кафедра ИСЗиС группа М3219б
Рецензент		Журмилов					

26.06.2018 Формат А2

Студент _____
подпись
«25» 06 2018 г.

Руководитель ВКР
профессор, к.т.н
(должность, ученое звание)
_____
(подпись) Черненков В.П.
(ФИО)
«26» 06 2018 г.

«Допустить к защите»

Руководитель ОП канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)
_____ И.А.Журмилова
(подпись) (и. о.ф)
«26» 06 2018 г

Назначен рецензент _____
(ученое звание)
Журмилов А.А.
(фамилия, имя, отчество)
_____ Журмилов А.А.
(подпись) (ФИО)
«26» 06 2018 г.

Зав. кафедрой канд.техн.наук, доцент
(ученое звание)
_____ А.В. Кобзарь
(подпись) (и. о.ф)
«26» 06 2018 г

Сверений, содержащих
гос. тайну нет
В.П. Черненков

Защищена в ГЭК с оценкой отлично

Секретарь ГЭК
_____ Н.С. Ткач
подпись Н.О.Фамилия
«06» июня 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы
_____ / _____
подпись Ф.И.О.
«___» _____ 201 г.

В материалах данной выпускной квалификационной работы не содержатся сведения, составляющие государственную тайну, и сведения, подлежащие экспортному контролю.

Уполномоченный по экспортному контролю
_____ / _____ / «__» _____ 201 г.
Ф.И.О. Подпись