

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

А. Ю. Плавич

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал по изучению дисциплины для студентов, обучающихся
в бакалавриате по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 697.443.001.63 (035.5)

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры строительства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

А.А. Герасимов

Плавич, А. Ю.

Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направлению подгот. 08.03.01 / **А. Ю. Плавич**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 56 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Табл. 2, рис. – 5, список лит. – 6 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Плавич А.Ю., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	7
2.1. Тема 1. Водоснабжение зданий и отдельных объектов.	8
2.2. Тема 2. Противопожарные водопроводы.	22
2.3. Тема 3. Поливочные и специальные питьевые водопроводы, фонтаны.....	24
2.4. Тема 4. Горячее водоснабжение зданий.	25
2.5. Тема 5. Особенности снабжения водой зданий производственного назначения.....	27
2.6. Тема 6. Структура водопотребления воды в жилых зданиях.	28
2.7. Тема 7. Режимы и нормы водопотребления, давление (напоры) в системах внутренних водопроводов.....	28
2.8. Тема 8. Расчёт внутреннего водопровода.....	29
2.9. Тема 9. Водоотведение (канализация) зданий и отдельных объектов.	32
2.10. Тема 10. Основы расчёта систем водоотведения.....	34
2.11. Тема 11. Внутренние водостоки.	45
2.12. Тема 12. Твёрдые коммунальные отходы.....	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Санитарно-техническое оборудование зданий» является формирование начальных знаний о зданиях, сооружениях и их санитарно-техническом оборудовании, приёмах объёмно-планировочных решений и функциональных основах проектирования в сфере водоснабжения и водоотведения; о строении и свойствах строительных материалов, умений выбрать требуемый материал для коммуникаций зданий и сооружений.

Цель теоретической части дисциплины - познакомить студентов с основами проектирования систем водоснабжения и водоотведения населённых пунктов. Значительное внимание уделено вопросам гидравлического расчёта систем водоснабжения и водоотведения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: требования нормативной документации, регламентирующей проведение и организацию работ, профессиональную терминологию в области санитарно-технического оборудования зданий, основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу гидравлического расчёта трубопроводных систем.

Уметь: выбирать типовые схемы систем водоснабжения и водоотведения зданий, выбирать санитарно-техническое оборудование зданий, оптимальные материалы; оформлять и представлять результаты инженерных решений и расчётов.

Владеть: методикой выбора санитарно-технического оборудования зданий; навыками применять полученные в ходе изучения дисциплины знания в сфере своей профессиональной деятельности; навыками проектирования инженерных сетей здания.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания для практических занятий;
- задания и вопросы для лабораторных работ;
- тестовые задания по дисциплине.

Практические задания и лабораторные работы оцениваются по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» с учетом наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при выполнении задания/работы (табл. 1).

Тестовые задания используются для текущего контроля освоения дисциплины. Каждый из вариантов теста включает в себя 15 заданий, на каждый из которых приведены три варианта ответов, в том числе один правильный. Оценка осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правиль-

ных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта в 6 семестре, в форме экзамена и выполнения курсового проекта – в 7 семестре.

Зачёт выставляется обучающемуся, полностью выполнившему весь объём практических заданий, получившему оценку «зачтено» по результатам тестирования, получившим положительную оценку по результатам защиты лабораторных работ. Порядок и правила выставления зачета по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра (табл. 1).

Экзамен проводится в устной форме и оценивается по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» по критериям, представленным в табл. 1. Порядок и правила выставления экзамена по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

Таблица 1

Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	не зачтено	зачтено		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, во-

Критерий / Система оценок	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	не зачтено	зачтено		
	только некоторые из имеющихся у него сведений	ции	формации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	влекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Санитарно-техническое оборудование зданий» основное внимание отводится самостоятельной работе студента.

Начиная изучение дисциплины, следует очень серьёзно отнестись к вводной лекции, на которой преподавателем определяются цель и задачи дисциплины в общей программе профессиональной подготовки, её место в учебном плане, методы, которые будут использованы при её изучении. Указывается перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для самостоятельного изучения ряда тем и разделов.

Также на вводной лекции обосновывается роль санитарно-технических систем в развитии человеческого общества и в обеспечении его научно-технического прогресса. Тем самым обеспечивается мотивация к изучению этой дисциплины как общепрофессиональной.

Материал лекций сопровождается историческими справками в развитии тех или иных направлений научного познания в рамках программы дисциплины. На лекциях обеспечивается формирование необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности компетенций.

Приходя на очередную лекцию, необходимо обязательно предварительно просмотреть конспект предыдущей лекции, а возникшие при этом вопросы постараться снять с помощью литературы или на консультации у преподавателя. В этом случае обеспечивается преемственность в последовательности изучения

материала и устойчивое закрепление знаний. В случае вынужденного пропуска занятия нужно незамедлительно просмотреть и усвоить его материал.

Ниже приведен тематический план занятий (табл. 2). Список рекомендуемой литературы вынесен в отдельный раздел.

Таблица 2

Тематический план курса

6 семестр	
Тема 1	Водоснабжение зданий и отдельных объектов.
Тема 2	Противопожарные водопроводы.
Тема 3	Поливочные и специальные питьевые водопроводы, фонтаны.
Тема 4	Горячее водоснабжение зданий.
Тема 5	Особенности снабжения водой зданий производственного назначения.
Тема 6	Структура водопотребления воды в жилых зданиях.
Тема 7	Режимы и нормы водопотребления, давление (напоры) в системах внутренних водопроводов.
7 семестр	
Тема 8	Расчёт внутреннего водопровода.
Тема 9	Водоотведение (канализация) зданий и отдельных объектов.
Тема 10	Основы расчёта систем водоотведения.
Тема 11	Внутренние водостоки.
Тема 12	Твердые коммунальные отходы.

Для тем, запланированных для самостоятельного изучения, использовать литературу, приведённую в соответствующем разделе данного пособия.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ

В настоящем разделе приведены тематический план лекционных и практических занятий, а также темы для самостоятельной проработки (СРС).

Курсовой проект выполняется по отдельному учебно-методическому пособию [7, 12]. Задание на курсовой проект выдаётся преподавателем индивидуально каждому студенту через ЭИОС университета в виде сводной таблицы, бланков, схем. Кроме задания через ЭИОС, можно получить всю необходимую нормативную и справочную литературу в достаточном для выполнения курсового проекта объёме.

2.1. Тема 1. Водоснабжение зданий и отдельных объектов.

Ключевые вопросы темы:

1. Классификация систем водоснабжения.
2. Элементы внутреннего водопровода.
3. Схемы системы водоснабжения.
4. Микрорайонные (внутриквартальные) сети водоснабжения. Трассировка.
5. Вводы в здание.
6. Определение расчётных расходов, учёт расхода воды, водомерные узлы и водосчётчики.
7. Водопроводная сеть зданий.
8. Конструирование водопроводной сети.
9. Материалы водопроводной сети.
10. Арматура внутреннего водопровода.
11. Местные водонапорные установки в системах водоснабжения зданий.

Рекомендуемая литература: [2], [5, 11-71], [9, стр. 6-52, 129], [11, стр. 9-20].

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое внутренний водопровод?
2. Что такое «расход» воды. В каких единицах измеряется?
3. Что такое «напор» воды. В каких единицах измеряется?
4. Что такое «гарантированный напор»?
5. Назовите устройства для повышения напора в сети.
6. Внутренние водопроводы зданий по своему назначению могут быть: ...
Перечислите.
7. Что относится к запорной арматуре?
8. Что относится к водоразборной арматуре?
9. Назовите элементы системы внутреннего водопровода.
10. Для чего предназначены насосные установки в системе внутреннего водопровода, где их устанавливают?
11. Когда применяются схемы простые без дополнительных устройств?
12. При каких условиях применяются схемы с водонапорным баком?
13. При каких условиях применяются схемы с повысительной насосной установкой?
14. При каких условиях применяются схемы с повысительной насосной установкой и с водонапорным баком?

15. При каких условиях применяются схемы с повысительной пневматической установкой или с повысительными насосами и гидропневмобаком?
16. При каких условиях применяются схемы зонные?
17. При каких условиях применяются схемы с разрывом струи и приемным резервуаром?
18. При каких условиях применяются схемы с уравнительными баками?
19. При каких условиях применяются схемы обратного водоснабжения.
20. Что такое «трассировка» сети?
21. Какие условия и факторы учитываются при выполнении трассировки?
22. Назовите три современных материала для использования для строительства водопроводной сети.
23. Какой материал по прочности приближается к прочности стали?
24. Назовите преимущества и недостатки стальных трубопроводов.
25. Какое оборудование на сети водоснабжения относится к предохранительному. Его назначение?

Методические материалы по теме 1:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка выполнения трассировки сетей водоснабжения и водоотведения.

Задача 1.

По варианту генплана квартала, на котором обозначены жилые здания и центральный тепловой пункт (ЦТП). Произвести трассировку сетей водоснабжения. Типовой бланк задания представлен на рис. 1. Персональное задание получить у преподавателя.

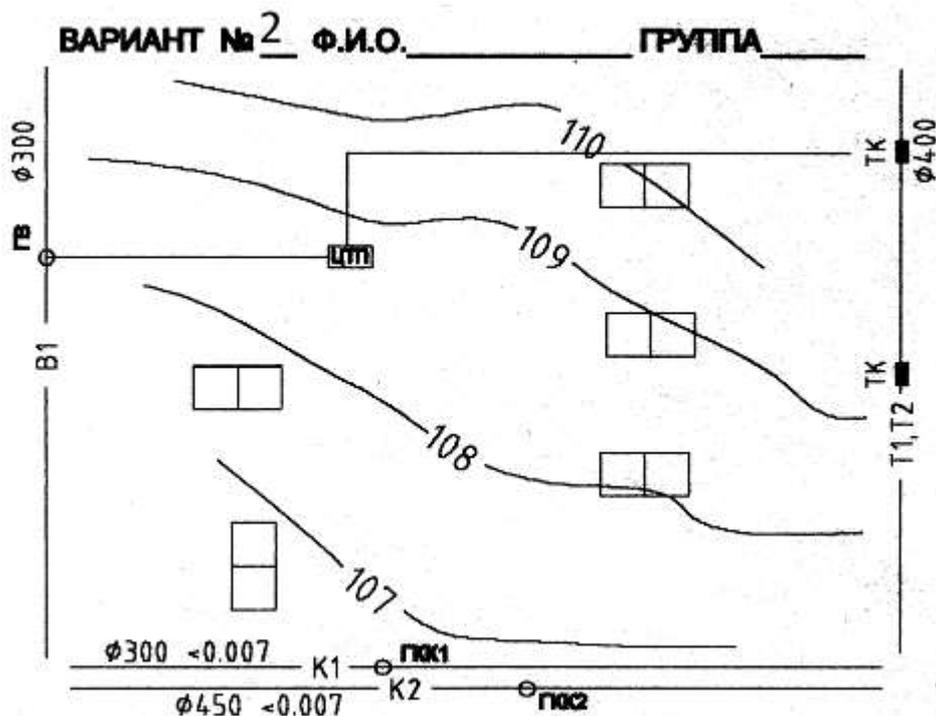


Рис. 1. Типовой бланк задания для выполнения трассировки тетей.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка определения расчётных расходов.

Задача 2.

Пример.

Определение расчётных расходов

В каждой квартире установлены следующие санитарно-технические приборы: ванны длиной 1500 мм, оборудованные душами, умывальник, унитаз, кухонная мойка. В здании 30 квартир. Средняя заселённость $V_o = 3,5$ чел/кв. Число секций в здании -2 (15 квартир на секцию). Квартал содержит три однотипных здания.

Устанавливаем число водоразборных приборов:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для здания:

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

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

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

Для квартиры:

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

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

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

Определяем расчётные **секундные** расходы.

Для здания:

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

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

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

Для квартиры:

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

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

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

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

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

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

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

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

Для здания:

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

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

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

Для квартиры:

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

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

Для секции:

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

Определяем максимальные **часовые** расходы.

Для здания:

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

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

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

Для квартиры:

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

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

Для секции:

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

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

- для холодной воды (*c*) на квартире;

- для холодной воды (*c*) на доме;

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

Нам потребуются среднечасовые расходы для подбора счётчиков и минимальные часовые расходы для осуществления проверки на чувствительность в

соответствии с п. 12.16 в) [2]. В СП 30.13330.2020 методика определения минимального часового расхода отсутствует. Для выполнения требований п. 12.16 в) [2] используем методику определения минимального часового расхода из СП 30.13330.2016.

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

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

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

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

Для здания:

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

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

Для квартиры:

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

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

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

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

Максимальные для здания:

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

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

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

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

Максимальные для квартиры:

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

Соответствующие значения минимальных коэффициентов часовой неравномерности, определённые по табл. 3, составят:

для здания:

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

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

для квартиры:

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

Таблица 3 – Определение минимального коэффициента часовой неравномерности (промежуточные значения определяются интерполяцией)

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

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

Для здания:

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

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

где K_{min} – минимальный коэффициент часовой неравномерности, определяемый по табл. 3 в зависимости от максимального коэффициента часовой неравномерности.

Для квартиры:

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

Нами были определены минимальные часовые расходы воды на дом и на квартиру. Необходимо рассчитать их для квартала. Выполняем это суммированием расходов по зданиям в квартале – у нас три одинаковых дома, значит, повторять определение расходов для каждого дома не нужно. Полученные расходы для одного дома умножаем на три. Результаты сведём в табл. 4.

Таблица 4 – Результаты расходов

Общая формула	Для холодной воды	Квартира	Дом	Квартал
$K_{max} = \frac{q_{hr}}{q_T}$	$K_{max}^c = q_{hr}^c / q_T^c$	0,328/0,016 = 20,4	1,715/0,481 = 3,564	–
K_{min} (табл. 6)	K_{min}^c	0,04	0,04	–
$q_{hr,min} = q_T \cdot K_{min}$, м ³ /ч	$q_{hr,min}^c = q_T^c \cdot K_{min}^c$	0,016 · 0,04 = 0,0006	0,481 · 0,04 = 0,019	0,019 · 3 = 0,057

Определяем расходы сточных вод (относится к задаче 6).

Для стояков систем канализации расчетным расходом является максимальный секундный расход стоков (q^s , л/с) от присоединенных к стояку санитарно-технических приборов, не вызывающий срыва гидравлических затворов любых видов санитарно-технических приборов (приемников сточных вод). Этот расход определяется как сумма расчетного максимального секундного расхода воды общей (суммарно холодной и горячей) для всех санитарно-технических приборов стояка q^{tot} (который равен $q^{tot}_{кв}$ поскольку в квартире один канализационный стояк) и расчетного максимального секундного расхода стока q^{s_0} от прибора с максимальным водоотведением (как правило, принимается равным 1,6 л/с – сток от смывного бачка унитаза) по формуле (5) из [2]:

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

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

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

где K_s – коэффициент, принимаемый по табл. 6;

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

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

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

Определение расходов стоков сведено в табл. 5.

Таблица 5 – Определение расходов стоков

Показатели	Формула для расчета	Расчет
Расчетный максимальный секундный расход стоков q^s для стояка, л/с	$q^s = q^{tot}_{кв} + q^{s_0}$ (5) [2]	$0,375 + 1,6 = 1,98$ л/с Проверка пропускной способности вентилируемого стояка по п. 19.2 [2] пройдена

<p>Расчетный максимальный секундный расход стоков q^{sL} для секционного выпуска,</p> <p>л/с (60 приборов на секцию, длина выпуска $L = 6 + 5 = 11$ м).</p>	$q^{sL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s q_0^s$ <p>(7)[2]</p>	$\frac{3,35}{3,6} + 0,5 \cdot 1,1 = 1,48 \text{ л/с}$
<p>Примечания:</p> <p>1. При расчете по формуле (7) [2] значения K_s определяются по табл. 6 при $L = 11$ м и $N = 60$ (для секционного выпуска). Таких выпусков два, они одинаковые.</p> <p>2. Величина q_0^s в формуле (5) [2] принимается равной 1,6 л/с в соответствии с п. 5.5 [2] – как сток от прибора с максимальным секундным расходом воды от смывного бачка (см. табл. А.1 [2]).</p> <p>3. Значения q_0^s при расчете по формуле (7) [2] принимаются равными 1,1 л/с – как расход от полностью заполненной ванны емкостью 150–180 л с выпуском $\varnothing 40$–50 мм (см. п. 5.7 [2]).</p>		

Таблица 6

N	Значения K_s при L , м												
	1	3	5	7	10	15	20	30	40	50	100	500	1000
4	0,61	0,51	0,46	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,15	0,13
8	0,63	0,53	0,48	0,45	0,41	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,24	0,16	0,13
12	0,64	0,54	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,24	0,16	0,14
16	0,65	0,55	0,50	0,47	0,43	0,39	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,17	0,14
20	0,66	0,56	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,25	0,17	0,14
24	0,67	0,57	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38	0,35	0,31	0,28	0,26	0,17	0,15
28	0,68	0,58	0,53	0,49	0,46	0,42	0,39	0,36	0,31	0,29	0,27	0,18	0,15
32	0,68	0,59	0,53	0,50	0,47	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,27	0,18	0,15
36	0,69	0,59	0,54	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,33	0,30	0,28	0,19	0,16
40	0,70	0,60	0,55	0,52	0,48	0,44	0,41	0,37	0,33	0,31	0,28	0,19	0,16
100	0,77	0,69	0,64	0,60	0,56	0,52	0,49	0,45	0,40	0,37	0,34	0,23	0,20
500	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81	0,77	0,73	0,70	0,66	0,50	0,44
1000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,77	0,71

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

Задание.

По индивидуальным данным табл. 7 определить расчётные расходы воды и сточных вод, согласно методики [2, 15]. См. **пример**.

Номер варианта выбирается как сумма двух последних цифр номера зачётной книжки.

Таблица 7 – Исходные данные по вариантам

Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Климатический район	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Количество секций в здании	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
Число квартир $n_{кв}$ в здании	128	192	256	128	192	256	128	192	256	50
Средняя заселённость, чел/кв	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Количество этажей	16	16	16	16	16	16	16	16	16	5
Количество канализационных и водопроводных стояков (каждых)	8	12	16	8	12	16	8	12	16	10
Длина секционного выпуска L , м	5	6	7	8	9	10	11	12	5	6
Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Климатический район	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
Количество секций в здании	2	3	4	2	3	4	2	3	2	
Число квартир $n_{кв}$ в здании	40	72	112	64	108	160	88	144	40	
Средняя заселённость, чел/кв	3,8	3,9	4	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	
Количество этажей	5	6	7	8	9	10	11	12	5	
Количество канализационных и водопроводных стояков (каждых)	8	12	16	8	12	16	8	12	8	
Длина секционного выпуска L , м	7	8	9	10	11	12	5	6	7	

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка подбора водомера.

Задача 3.

Пример.

Диаметр условного прохода счетчика воды следует выбирать по среднечасовому расходу воды за период потребления (сутки, смену), который не должен превышать эксплуатационный, принимаемый по таблице 9.

Счетчик с предварительно принятым диаметром условного прохода следует проверять:

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

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

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

Имеется таблица расходов (табл. 8) для подбора счётчиков воды, которые должны быть установлены в квартире, в здании и на квартал (3 штуки). В квартале расположены три однотипных здания с расходом 0,481 м³/ч.

Таблица 8 – Сводная таблица расходов

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

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

$$h_{\text{сч}} = Sq^2,$$

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

Таблица 9 – Справочные данные по счётчикам воды

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

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

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

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

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

Таблица 11 – Проверка подобранных счётчиков на пропуск минимального часового расхода

Объект	Минимальный часовой расход	Диаметр счётчика воды	Минимальный часовой расход, м ³ /ч, по паспорту (табл. 9)	Результат контроля
Квартира	$q_{\text{hg,min,кв}}^c = 0,0006$ м ³ /ч	15	0,03	Превышает
В соответствии с требованиями [2] следует принять к установке счётчик с				

ближайшим меньшим диаметром, т.е. 10 мм, но они мало распространены. Принимаем к установке счётчик диаметром 15 мм метрологического класса С.				
Здание	$q_{hr,min}^c = 0,019 \text{ м}^3/\text{ч}$	20	0,05	Превышает
Счётчик на здание не удовлетворяет одновременно условиям а) и в) п. 12.16 [2]. Принимаем к установке счётчик диаметром 20 мм метрологического класса С.				
Квартал	$q_{hr,min}^{tot} \cdot 3 = 0,0315 \cdot 3 = 0,095$	50	0,3	Превышает
Счётчик на квартал не удовлетворяет одновременно условиям а) и в) п. 12.16 [2]. Принимаем к установке счётчик диаметром 50 мм метрологического класса С.				

Задание.

По индивидуальным данным табл. 12 произвести подбор водомера и проверить корректность подбора согласно методики [2]. См. **пример**.

Номер варианта выбирается как сумма двух последних цифр номера зачётной книжки.

Таблица 12 – Исходные данные по вариантам

Данные по вариантам										
Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднечасовой расход $q_{cT}^c, \text{ м}^3/\text{ч}$	1,5	2,2	2,9	4,1	7	13	20	67	150	250
Максимальный секундный расход $q^c, \text{ л/с}$	0,9	1,3	1,7	2,8	5,5	17	34	144	338	357
Минимальный часовой расход $q_{hr,min}^c, \text{ м}^3/\text{ч}$	0,06	0,09	0,09	0,17	0,28	1,6	2,2	3,5	6,5	16
Номер варианта	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Среднечасовой расход $q_{cT}^c, \text{ м}^3/\text{ч}$	1,7	2,5	3	4,5	8	14	22	70	155	
Максимальный секундный расход $q^c, \text{ л/с}$	0,9	1,3	1,7	2,8	5,5	17,2	33,7	144	338	
Минимальный часовой расход $q_{hr,min}^c, \text{ м}^3/\text{ч}$	0,07	0,095	0,095	0,18	0,3	1,3	2,1	3,8	6,9	

2.2. Тема 2. Противопожарные водопроводы.

Ключевые вопросы темы:

1. Системы противопожарного водопровода.
2. Система противопожарного водопровода с пожарными кранами.
3. Автоматическая (спринклерная) система пожаротушения.
4. Полуавтоматическая (дренчерная) система пожаротушения.
5. Внутриквартирное пожаротушение для зданий различной этажности.

Рекомендуемая литература: [1], [5, с. 79-93], [9, с. 67-77].

Вопросы для самопроверки:

1. В жилых зданиях какой этажности устраивают противопожарные водопроводы в соответствии с требованиями СП 10.13130.2020?
2. Продолжите: Максимальный напор на отметке наиболее низко расположенного пожарного крана у отдельного противопожарного водопровода должен быть...
3. Продолжите: В состав оборудования пожарного крана входят: ...
4. В каких местах устанавливают пожарные краны?
5. Продолжите: Спринклерные противопожарные установки предназначены для ...
6. Продолжите: Дренчерные противопожарные установки предназначены для ...
7. Как устроена сеть спринклерной системы пожаротушения?
8. Как устроена сеть дренчерной системы пожаротушения?
9. Как устроен спринклер?
10. Как устроен дренчер?
11. На какой высоте от пола устанавливают пожарные краны?
12. Какова производительность одной струи в жилом здании при подаче воды из внутренних пожарных кранов?
13. При каком числе пожарных кранов в здании водопроводная сеть должна иметь не менее двух вводов?
14. Для чего предназначено внутриквартирное пожаротушение?
15. Вставьте значения: В оборудование пожарного крана входят: пожарный рукав длиной ... м. ... м. ... м: диаметром ... мм. ... мм. наконечник на стволе диаметром ... мм, ... мм. ... мм.

Методические материалы по теме 2:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка определения требуемого напора перед внутренним пожарным краном.

Задача 4.

Определить рабочий напор перед внутренним пожарным краном диаметром d при подаче через него воды в количестве q , длине пожарного рукава l_p , диаметре spryska d_{cnp} и требуемой высоте компактной струи h .

Решение задачи ведётся по табл. 13. (табл. 7.3 [1]). При этом следует помнить, что при подборе заданные параметры допускается корректировать следующим образом. Расход на пожаротушение, длина рукава, высота струи должны быть не менее требуемого, диаметр spryska может быть любым. Если требуемый расход невозможно подать одной струёй, то количество струй увеличивают. В задаче возможно несколько вариантов решения, однако следует принять тот вариант, в котором напор перед пожарным краном будет минимальным.

При попадании в «прочерки» таблицы следует изменить диаметр spryska.

Таблица 13 – Основные гидравлические параметры пожарных кранов.

Высота комплектной части струи, м	Расход диктующего пожарного ствола, л/с	Давление, МПа, у диктующего клапана ПК-с рукавами длиной, м			Расход диктующего пожарного ствола, л/с	Давление, МПа, у диктующего клапана ПК-с рукавами длиной, м			Расход диктующего пожарного ствола, л/с	Давление, МПа, у диктующего клапана ПК-с рукавами длиной, м		
		10	15	20		10	15	20		10	15	20
		Диаметр выходного отверстия пожарного ствола, мм										
13			16			19						
Пожарный запорный клапан DN 50												
6	-	-	-	-	2,6	0,092	0,096	0,100	3,4	0,088	0,096	0,104
8	-	-	-	-	2,9	0,120	0,125	0,130	4,1	0,129	0,138	0,148
10	-	-	-	-	3,3	0,151	0,157	0,164	4,6	0,160	0,173	0,185
12	2,6	0,202	0,206	0,210	3,7	0,192	0,196	0,210	5,2	0,206	0,223	0,240
14	2,8	0,236	0,241	0,245	4,2	0,248	0,255	0,263	-	-	-	-
16	3,2	0,316	0,322	0,328	4,6	0,293	0,300	0,318	-	-	-	-
18	3,6	0,390	0,398	0,406	5,1	0,360	0,380	0,400	-	-	-	-
Пожарный запорный клапан DN 65												
6	-	-	-	-	2,6	0,088	0,089	0,090	3,4	0,078	0,080	0,083
8	-	-	-	-	2,9	0,110	0,112	0,114	4,1	0,114	0,117	0,121
10	-	-	-	-	3,3	0,140	0,143	0,146	4,6	0,143	0,147	0,151
12	2,6	0,198	0,199	0,201	3,7	0,180	0,183	0,186	5,2	0,182	0,190	0,199
14	2,8	0,230	0,231	0,233	4,2	0,230	0,233	0,236	5,7	0,218	0,224	0,230
16	3,2	0,310	0,313	0,315	4,6	0,276	0,280	0,284	6,3	0,266	0,273	0,280
18	3,6	0,380	0,383	0,385	5,1	0,338	0,342	0,346	7,0	0,329	0,338	0,348
20	4,0	0,464	0,467	0,470	5,6	0,412	0,418	0,424	7,5	0,372	0,385	0,397

2.3. Тема 3. Поливочные и специальные питьевые водопроводы, фонтаны.

Ключевые вопросы темы:

1. Поливочные водопроводы.
2. Специальные питьевые водопроводы.
3. Фонтаны.

Рекомендуемая литература: [5, с. 97-99], [9, с. 79-83].

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего устраивают поливочные водопроводы?
2. На каком расстоянии друг от друга по периметру здания устанавливают поливочные краны?
3. Где предусматривается установка поливочных кранов?
4. В чём особенность поливочных водопроводов?
5. Для каких целей, в каких помещениях устраивают специальные питьевые водопроводы?
6. Что входит в состав оборудования специальных питьевых водопроводов?
7. Какие виды водоразборной арматуры применяют для специальных питьевых водопроводов?
8. Какие схемы водоснабжения применяют для фонтанов?
9. Что относится к основным элементам водоснабжения фонтанов?
10. Изобразите схему системы поливочного водопровода здания.
11. Изобразите схемы фонтанов.

2.4. Тема 4. Горячее водоснабжение зданий.

Ключевые вопросы темы:

1. Местные системы горячего водоснабжения.
2. Элементы, системы и схемы централизованного горячего водоснабжения.
3. Материалы, арматура, особенности устройства сети горячего водоснабжения.
4. Требования к качеству воды для горячего водоснабжения.
5. Оборудование для приготовления и хранения горячей воды.
6. Тепловые пункты.

Рекомендуемая литература: [2], [5, с. 152-199], [9, с. 86-104].

Вопросы для самопроверки:

1. Какие водонагреватели применяют для приготовления горячей воды в местных системах водоснабжения?
2. Назовите максимально допустимую температуру воды в системе горячего водоснабжения жилого здания.
3. Какова максимально допустимая температура в системе горячего водоснабжения зданий детских садов?
4. По каким причинам принято ограничивать наибольшую температуру горячей воды?

5. Какова температура в системе горячего водоснабжения у потребителей?
6. Какие элементы входят в состав системы горячего водоснабжения?
7. Для чего устанавливают полотенцесушители?
8. Охарактеризуйте схемы сетей горячего водоснабжения.
9. Зачем нужна циркуляция в системе горячего водоснабжения?
10. Системы горячего водоснабжения могут быть двух типов (назовите их).
11. Что такое «открытая» схема системы горячего водоснабжения?
12. Что такое «закрытая» схема системы горячего водоснабжения?
13. В каких системах горячего водоснабжения применяют пароструйные водонагреватели - эжекторные смесители?
14. Какие виды водонагревателей вы знаете?
15. Какие виды скоростных водонагревателей вы знаете?
16. В скоростных водонагревателях нагреваемая вода движется по трубкам или межтрубному пространству?
17. Какой внутренний диаметр медных или латунных трубок в водонагревателях?
18. Что представляет собой трубчатый водонагреватель?
19. Что представляет собой пластинчатый водонагреватель?
20. Каков принцип работы трубчатого водонагревателя?
21. Каков принцип работы пластинчатого водонагревателя?
22. Из каких материалов монтируют сеть горячего водоснабжения?
23. Продолжите: Ввиду линейного расширения трубопроводов системы горячего водоснабжения на них устанавливают ...
24. В каких случаях не устанавливают компенсаторы на сети горячего водоснабжения?
25. Продолжите: На циркуляционных стояках функцию компенсаторов выполняют ...
26. В каких зданиях устанавливают полотенцесушители?
27. Как удалить воздух из системы горячего водоснабжения?
28. Для чего трубы в системе горячего водоснабжения прокладывают с уклоном?
29. На какой расход рассчитывают сеть горячего водоснабжения - секундный, часовой или суточный?
30. Что такое ИТП?
31. Что такое ЦТП?
32. Какое оборудование размещают в тепловых пунктах?
33. В доме с горячей и холодной водой проживает 10 человек. Сколько требуется воды для их жизнедеятельности за одни сутки?

34. Изобразите принципиальные схемы снабжения горячей водой зданий при использовании местных водонагревателей и централизованного нагрева воды.

Методические материалы по теме 4:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

2.5. Тема 5. Особенности снабжения водой зданий производственного назначения.

Ключевые вопросы темы:

1. Особенности устройства холодного водоснабжения промышленных и специальных зданий.
2. Особенности устройства горячего водоснабжения промышленных и специальных зданий.

Рекомендуемая литература: [9, с. 111-112], [11, с. 23-25].

Вопросы для самопроверки:

1. Какие схемы систем водоснабжения предусматривают при проектировании производственного водопровода?
2. Какие противопожарные системы водоснабжения предусматривают при проектировании производственного водопровода?
3. Каким способам очистки подвергается вода в соответствии с требованиями технологии производства?
4. Какие системы горячего водоснабжения применяют в промышленных зданиях?
5. Что является источником тепла на предприятиях?
6. Продолжите: Сети горячего водоснабжения проектируют ...
7. Для чего предназначены бензомаслоуловители?
8. Для чего предназначены жируловители?

Методические материалы по теме 5:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

2.6. Тема 6. Структура водопотребления воды в жилых зданиях.

Ключевые вопросы темы:

1. Полезные и неучтенные расходы воды.
2. Потери воды.

Рекомендуемая литература: [5, с. 207-213], [9, с. 112-119]

Вопросы для самопроверки:

1. Что подразумевает полезный расход воды, от чего он зависит?
2. Что подразумевается под неучтённым расходом воды?
3. Из чего состоят потери воды в зданиях?
4. Утечки - что это и от чего они образуются?
5. От чего зависит величина утечки?
6. Что подразумевает непроизводительный расход воды, от чего он зависит?
7. Как образуются нерациональные расходы воды, каковы их причины?
8. Под влиянием каких факторов формируются потери воды в современных жилых зданиях?
9. Как проявляются потери воды из систем горячего водоснабжения?
10. Что такое холостые сбросы? Понаблюдайте у себя в квартире, как Вы расходуете воду. Есть ли у Вас неучтенные, непроизводительные, нерациональные расходы и потери воды? Что нужно сделать, чтобы их уменьшить?

Методические материалы по теме 6:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

2.7. Тема 7. Режимы и нормы водопотребления, давление (напоры) в системах внутренних водопроводов.

Ключевые вопросы темы:

1. Режимы и нормы водопотребления.
2. Напоры в системах внутренних водопроводов.
3. Стабилизация напоров.
4. Борьба с шумом в системах внутреннего водопровода.

Рекомендуемая литература: [5, с. 217], [9, с. 121-125].

Вопросы для самопроверки:

1. Как характеризуется режим водопотребления во внутренних водопроводах и от чего зависит?
2. Что такое норма водопотребления?
3. Что называется диктующим прибором или диктующей точкой?
4. От чего зависит требуемый напор?
5. Что означает избыточный напор?
6. Каково должно быть гидростатическое давление в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора?
7. Чем достигается уменьшение или ликвидация избыточных напоров?
8. Где и когда устанавливают регуляторы давления?
9. Для чего применяется дросселирование?
10. Какой уровень шума допускается санитарными нормами?
11. Какое оборудование создает шум в здании?
12. Как устранить шум в здании?
13. Как влияет скорость движения воды на образование шума?
14. Каковы методы борьбы с шумом?

Методические материалы по теме 7:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

2.8. Тема 8. Расчёт внутреннего водопровода.

Ключевые вопросы темы:

1. Расчет сети водопровода холодной воды.
2. Расчетный расход тепла.
3. Расчет сети водопровода горячей воды.
4. Определение требуемого напора.

Рекомендуемая литература: [2], [7], [5, с 132-145, 194-199], [12].

Вопросы для самопроверки:

1. Что является целью и задачами гидравлического расчёта?
2. Как определяют расчётный секундный расход воды на участке сети?
3. Как определяют средний часовой расход воды?
4. Как определяют максимальный часовой расход воды?

5. Как определяют циркуляционный расход горячей воды?
6. Как определяют расчётный расход тепла?
7. От чего зависит вероятность действия однотипных водоразборных устройств?
8. Как находят диаметры труб?
9. Какую скорость движения воды в магистральных трубопроводах и стояках рекомендуется принимать?
10. Какова максимальная скорость движения воды в трубопроводах внутренних сетей?
11. Какова минимальная скорость воды в трубопроводах?
12. От чего зависит требуемый напор в здании?
13. Как определяют общие потери напора?
14. От чего зависят потери напора по длине?
15. От чего зависят потери напора на местных сопротивлениях?
16. В каких режимах работы следует проектировать систему водопровода горячей воды?
17. Что входит в формулу определения требуемого напора в системе холодного водоснабжения?
18. Как найти геометрическую высоту диктующей точки?
19. Что входит в формулу определения требуемого напора в системе горячего водоснабжения?
20. Найдите вероятность действия приборов для жилого здания, если число приборов равно числу жителей.

Методические материалы по теме 8:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка определения гидравлических потерь в трубопроводах.

Задача 5.

Определить потери напора в трубопроводе с условным проходом d , длиной l при расчётном расходе q .

Расчёт произвести для труб:

1. стальных водогазопроводных (ГОСТ 3262-75*);
2. стальных электросварных (ГОСТ 10704-76, ГОСТ 8696-74);
3. чугунных (ГОСТ 9583-75);

4. асбестоцементных (ГОСТ 539-80);

5. полиэтиленовых (ГОСТ 18599-83).

Произвести вычисления для четырёх видов трубопроводов:

а) хозяйственно-питьевой;

б) хозяйственно-противопожарный;

в) противопожарный;

г) производственно-противопожарный.

Пример.

Дано:

$d = 50$ мм; $q = 1,4$ л/с; $l = 28$ м.

В [6, стр. 41] (для труб водогазопроводных) находим искомые значения удельных потерь напора $1000i$.

$1000i = 23,8$ мм вод. ст./м.

Потери напора составят:

$$h = 1000i \cdot l / 1000 = 23,8 \cdot 28 / 1000 = 0,6664 \text{ м}$$

Если требуется произвести расчёт для конкретного вида трубопровода – потери умножают на соответствующие коэффициенты согласно [2, п. 8.28], табл. 14:

Таблица 14 – Коэффициенты для определения потерь напора

Вид трубопровода	Коэффициент
Хозяйственно-питьевой	1,3
Хозяйственно-противопожарный	1,2
Противопожарный	1,1
Производственно-противопожарный	1,15

Результаты расчёта удобно представить в виде таблицы (табл. 15).

Таблица 15 – Ведомость расчёта потерь напора.

Вид трубопровода	ГОСТ труб				
	3262-75*	10704-76	9583-75	539-80	18599-83
Удельные потери $1000i$, мм вод. ст./м.	23,8				
Потери напора h , м	0,6664				
Хозяйственно-питьевой	0,866				
Хозяйственно-противопожарный	0,8				
Противопожарный	0,733				
Производственно-противопожарный	0,766				

Примечание:

1. Если сортамент труб не предусматривает заданного диаметра – взять ближайший и сделать пояснение.
2. В примере решения заполнен один столбец для труб стальных водогазопроводных. При выполнении практических заданий заполнить всю таблицу.
3. Исходные данные по вариантам взять из табл. 16.

Таблица 16 – Исходные данные по вариантам

Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d, мм$	15	20	25	32	40	50	70	80	90	100
$l, м$	15	20	25	32	40	50	70	80	90	100
$q, л/с$	1,5	1,8	2,5	3,5	4,6	4	8	9,5	10,3	14
Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
$d, мм$	125	150	80	90	100	150	40	50	70	
$l, м$	125	150	80	90	150	150	40	50	70	
$q, л/с$	15,5	16,5	15,5	18,5	12,5	10,8	3,6	4,5	6	

2.9. Тема 9. Водоотведение (канализация) зданий и отдельных объектов.

Ключевые вопросы темы:

1. Классификация систем внутренней канализации.
2. Элементы внутренней канализации.
3. Выбор системы и схемы водоотведения.
4. Материалы и оборудование канализационной сети.
5. Устройства для прочистки канализационной сети.
6. Приёмники сточных вод, гидрозатворы.
7. Трассировка и устройство водоотводящей сети.
8. Местные установки для перекачки сточных вод.
9. Местные установки для очистки сточных вод.
10. Конструирование системы канализации.
11. Вентиляция сети, срыв гидрозатворов.
12. Особенности систем канализации в промышленных и специальных зданиях.

Рекомендуемая литература: [2], [7], [5, с. 224-277], [10 с. 5-57].

Вопросы для самопроверки:

1. Из каких элементов состоит система внутренней канализации?
2. Что относится к приемникам сточных вод?
3. Для чего предназначены гидравлические затворы?
4. На какой высоте от пола устанавливают ревизии? Как часто устанавливают ревизии?
5. Каково назначение ревизий, устанавливаемых на внутренней канализационной сети?
6. На каких участках отводных труб устраивают прочистки?
7. Каков диаметр отводного трубопровода от унитаза?
8. Каков минимальный и максимальный уровень заполнения сточными водами трубопроводов канализации зданий?
9. Каково назначение сифонов (гидрозатворов)?
10. Какова наименьшая длина трубы выпуска от наружной стены здания до смотрового колодца в твердых грунтах?
11. Чему равна глубина заложения выпуска сточных вод из здания?
12. Каков наименьший уклон отводных труб от унитаза?
13. Как осуществляется вентиляция бытовой канализации в здании?
14. Какие системы водоотведения предусматриваются в жилых и общественных зданиях?
15. Из каких материалов монтируется внутренняя канализационная сеть?
16. Когда применяются стальные трубы в системе внутренней канализации?
17. Какого минимального диаметра изготавливают чугунные трубы для внутренней канализационной сети?
18. В каком месте предусматривается расположение канализационного стояка?
19. Почему не рекомендуется устраивать стояки около наружных стен, дверей, ворот?
20. В зданиях какой этажности предусматривается вытяжная часть стояка?
21. Какова высота вытяжной части над неэксплуатируемой кровлей?
22. Какова высота вытяжной части над эксплуатируемой кровлей?
23. Продолжите: Стояк водоотводящей сети в нижней части присоединяют к горизонтальному трубопроводу с помощью...
24. Какими способами прокладывают в здании канализационные трубопроводы?
25. Под каким углом присоединяют выпуски к дворовой сети в колодце?
26. Продолжите: Расстояние между стеной здания и канализационным колодцем принимается равным...
27. Каковы максимальные уклоны для труб внутренней канализации?

28. Нарисуйте схему внутренней канализации, укажите все элементы.

Методические материалы по теме 9:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка выполнения трассировки сети водоотведения.

Задача 6.

По варианту генплана квартала, на котором обозначены жилые здания. Произвести трассировку сетей водоотведения. Типовой бланк задания представлен на рис. 1. Персональное задание получить у преподавателя.

2.10. Тема 10. Основы расчёта систем водоотведения.

Ключевые вопросы темы:

1. Дворовая и микрорайонная водоотводящие сети.
2. Нормы и режим водоотведения.
3. Расчетные расходы стоков.
4. Расчет канализационных сетей.

Рекомендуемая литература: [2], [4], [5, с. 278-297], [10, с. 60-69].

Вопросы для самопроверки:

1. Продолжите: Уклон трубопровода следует выбирать с таким расчетом, чтобы заглубление труб было...
2. Продолжите: Скорость движения сточных вод в трубах диаметром до 150 мм не должна быть меньше...
3. Продолжите: Минимальная скорость движения сточных вод, при которой происходит смывание отложения со стенок труб и не допускается выпадение взвесей из сточной жидкости, называется...
4. Продолжите: Частичное наполнение трубопроводов позволяет...
5. Что представляет собой безрасчетный участок?
6. Если участки сети безрасчетные, то какие меры необходимо предусмотреть?
7. Каков минимальный диаметр дворовой канализационной сети?

8. В каком случае предусматриваются местные установки для перекачки сточных вод?

9. Какие трубопроводы являются безнапорными?

Методические материалы по теме 10:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка выполнения гидравлического расчёта сети водоотведения.

Задача 7.

Пример. Произвести гидравлический расчёт внутриквартальной хозяйственно-бытовой системы водоотведения от колодца 1, расположенного на выпуске из расчётного здания до ГКК1, расположенного на уличной сети (рис. 2).

Конструирование внутридомовой водоотводящей сети

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

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

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

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

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

В нашем случае выпуски сточных вод расположены посекционно. Расчётный расход сточных вод от выпуска (секции), определённый ранее, составляет $q^{sL}=1,48$ л/с.

Гидравлический расчёт внутриквартирной хозяйственно-бытовой водоотводящей сети

Расчёт водоотводящей сети состоит в определении способности трубопроводов на пропуск расчётных расходов сточных вод, диаметров трубопроводов на расчётных участках основного направления, уклонов, скоростей движе-

ния сточных вод и наполнения в трубах. В результате расчёта определяют отметки лотков труб и глубины заложения.

Требования к конструированию сети приведены в СП 32.13330.2018 Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения [4]. Особенно важными для выполнения данной расчётно-графической работы являются п. 5.3, 5.4, 5.5, 6.2, 6.3 [4].

Гидравлический расчёт сводим в табл. 12.

Участок Ж.д.-1

Длина по генплану – 5 м. Расход сточных вод от одной секции составляет **1,48 л/с**. Диаметр выпуска из здания – 110 мм. Поскольку выпуск из здания относится к внутренней сети, то должно выполняться условие (33) [2]. Уклон определяем по табл. 17.

Таблица 17 – Данные для гидравлического расчета безнапорных трубопроводов из поливинилхлоридных труб.

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

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

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

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

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

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

0,9	14,05	0,83	17,91	1,06	21,16	1,25	24,2	1,43	26,78	1,59	29,16	1,73	31,44	1,86	33,53	1,99	35,53	2,1
1,0	12,96	0,728	16,55	0,93	19,58	1,1	22,43	1,26	24,84	1,395	27,06	1,52	29,2	1,64	31,16	1,75	33,03	1,855

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

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

При обеспечении требуемых скоростей и наполнений в справочных таблицах возможно найти несколько решений. Так, для нашего случая можно использовать вариацию уклоном или наполнением. При этом необходимо помнить, что скорость движения воды на последующем участке должна быть не меньше, чем на предыдущем. Диаметры на последующих участках должны быть не меньше, чем на предыдущих. Уклоны, помимо необходимых скоростей, должны обеспечивать прохождение трубопровода на глубине не меньшей, чем глубина минимального заложения. Минимальную глубину заложения лотка трубопровода допускается принимать для труб диаметром до 500 мм – на 0,3 м менее большей глубины проникания в грунт нулевой температуры (рис. 4), но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от поверхности земли или планировки (во избежание повреждения наземным транспортом).

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

Из табл. 17 видим, что расход 1,48 л/с меньше минимального в таблице – 1,525 л/с. Используя экстраполяцию, получаем (при уклоне 0,01) $h/D=0,296$; $V=0,712$ м/с. Проверяем выполнение условия (33) [2]: $0,712\sqrt{0,296} = 0,387$. Что меньше требуемых 0,5 – условие не выполняется. Увеличиваем уклон до выполнения условия (33) [2].

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

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

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

Отметки поверхности земли в начале и конце участка берём с генплана (рис. 2).

Для наглядности расчёта отметок приведен рис. 3.

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

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

Глубина заложения в конце участка определится как разность отметок земли и лотка трубы: $36,37 - 35,465 = 0,905$. Здесь обязательно нужно сравнить полученную величину с минимальной глубиной заложения. Если она получи-

лась меньше, то необходимо увеличивать уклон. Если увеличить уклон не представляется возможным – опускать весь трубопровод.

Таблица 18 – Гидравлический расчёт бытового водоотведения

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

Задание.

Выполнить гидравлический расчёт хозяйственно-бытовой внутриквартальной сети водоотведения, согласно примеру.

При выполнении персонального практического задания расход q^{sL} взять из табл. 5. Генплан квартала взять из задания на курсовую работу или у преподавателя.

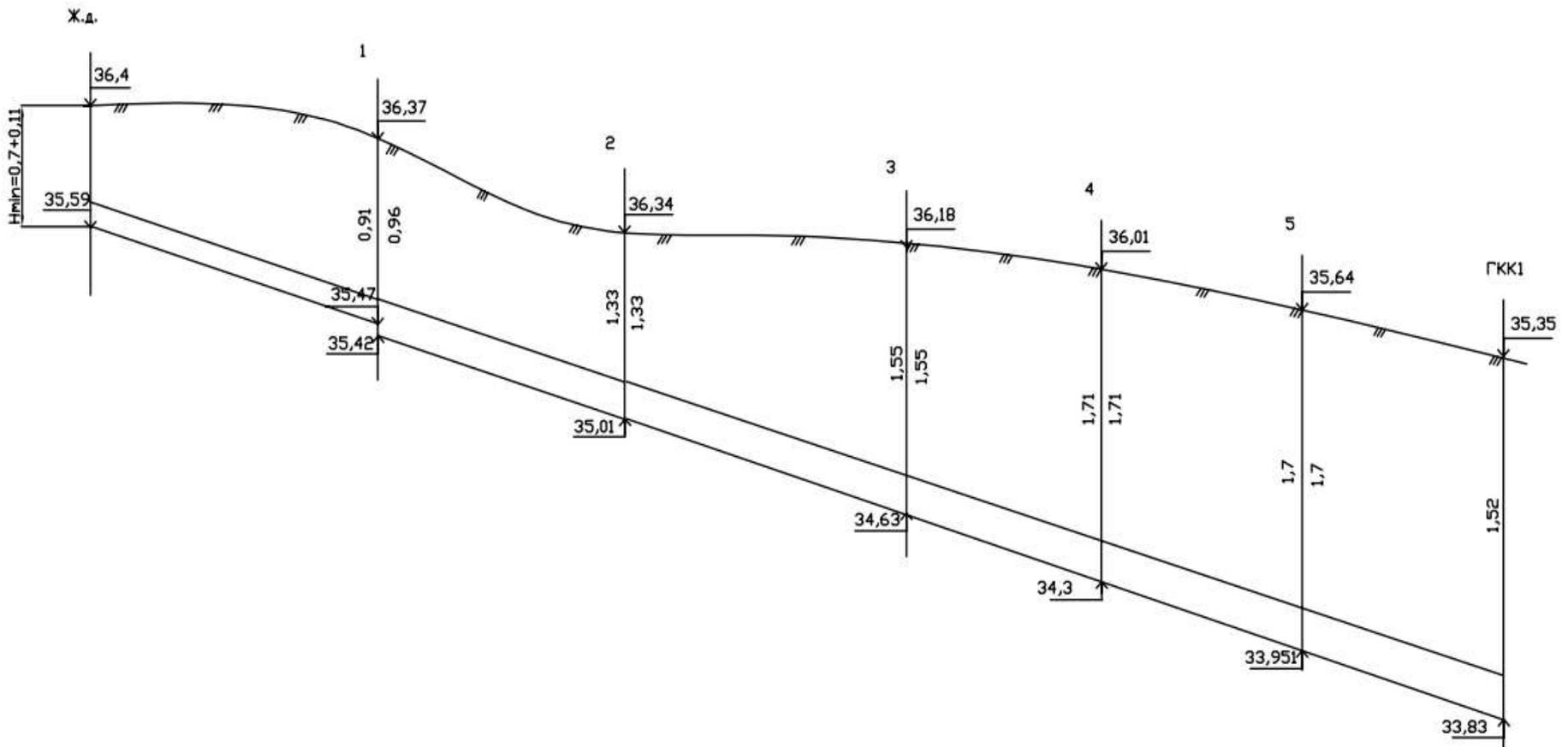


Рис. 3. К гидравлическому расчёту хозяйственно-бытовой сети водоотведения

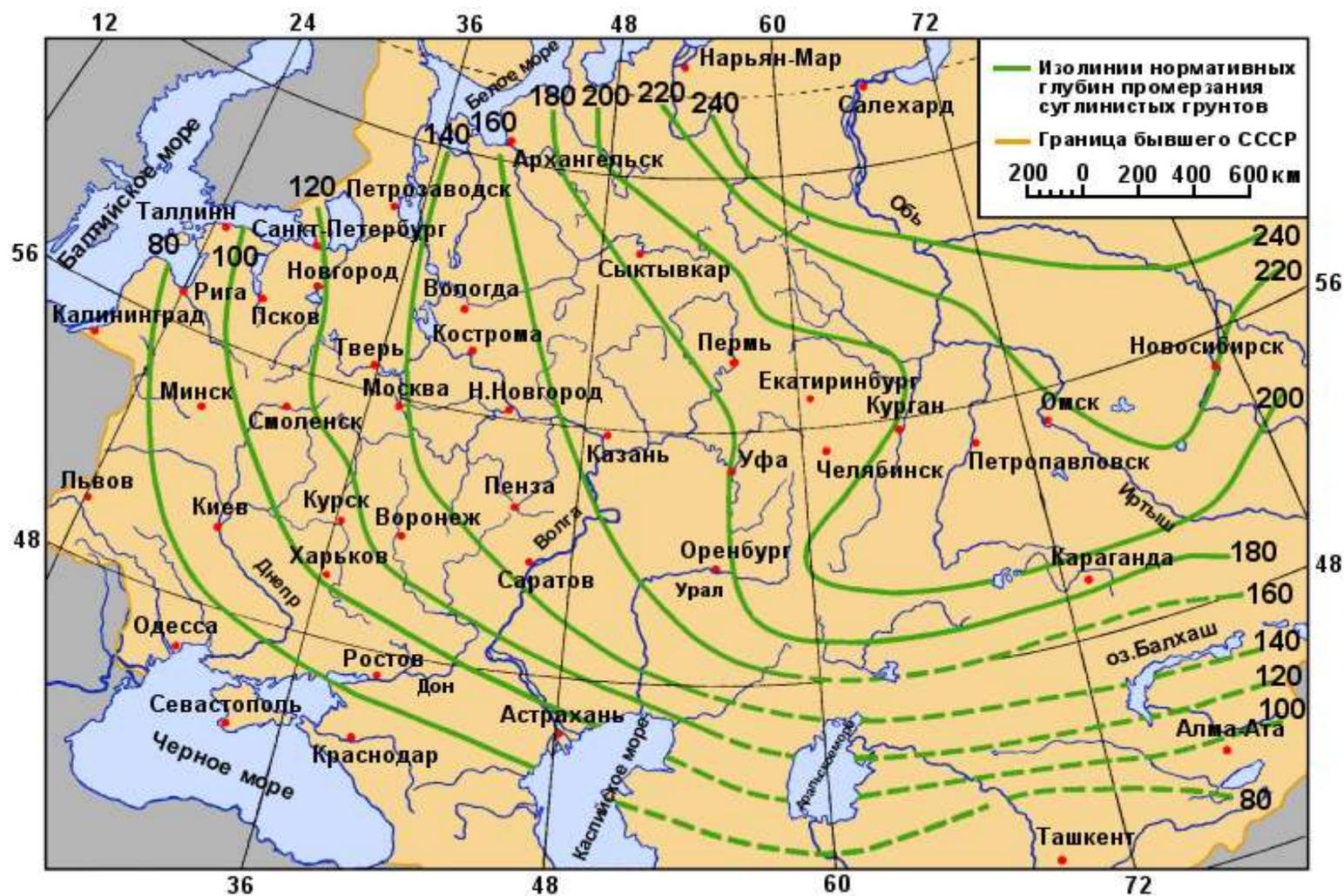


Рис. 4. Глубины промерзания грунтов бывшего СССР

Участок 1-2

Канализационные трубы соединяем по шельгам труб.

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

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

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

Поскольку расход сточных вод от одной секции здания мал – в справочной таблице для диаметра 160 мм (табл. 14) нет значений для расхода 1,28. Мы получили так называемый «безрасчётный участок», т.е. уклоны на таких участках могут быть приняты конструктивно. Однако есть возможность экстраполировать значения таблицы и получить данные – это лучше, чем принятие конструктивных параметров. Рассуждения такие, что конструктивно мы имеем право принять минимально допустимый уклон для труб диаметром 160 мм – 0,008. Однако при таком уклоне явно будет наблюдаться падение скорости сточной воды, более того, она может упасть ниже скорости самоочищения (0,7 м/с). Таким образом, ничего не нарушая, мы можем получить проблемный участок сети, который будет подвержен частому засорению. Применяя экстраполирование табличных значений, мы снижаем вероятность засоров сети при эксплуатации.

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

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

Участок 2-3

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

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

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

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

Участок 3-4

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

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

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

Участок 4-5

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

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

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

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

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

Участок 5-ГКК1

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

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

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

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

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

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

2.11. Тема 11. Внутренние водостоки.

Ключевые вопросы темы:

1. Элементы внутренних водостоков.
2. Расчёт сети водостоков.

Рекомендуемая литература: [2], [5, с. 316-325], [10, с. 71-78].

Вопросы для самопроверки:

1. Каково назначение внутренних водостоков?
2. Из каких элементов состоят внутренние водостоки?
3. Какие воронки устанавливают на плоских эксплуатируемых кровлях?
4. Какие воронки устанавливают на неэксплуатируемых кровлях?

5. На каком максимальном расстоянии друг от друга устанавливают водосточные воронки?
6. Какие виды выпусков водостоков вы знаете?
7. Что означает открытый выпуск?
8. Что означает закрытый выпуск?
9. Зачем водостоки с открытым выпуском оборудуют гидрозатвором?
10. Можно ли отводить в наружные сети бытовой канализации дождевые, талые снеговые стоки?
11. Почему нельзя отводить дождевые, талые снеговые стоки в наружные сети бытовой канализации?

Методические материалы по теме 11:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

Задания для практических занятий.

Цель занятия: формирование навыка проектирования внутренних водостоков.

Задача 8.

Пример.

Для отвода дождевых и талых вод с кровли проектируемого здания рассчитать систему внутренних водостоков. Для каждой секции предусмотреть одну водосточную воронку. Дождевые воды отвести в наружную дождевую канализацию. Трубопроводы проложить открыто под потолком помещений, водосточный стояк – вдоль капитальной стены здания на лестничной клетке. В местах поворота труб установить прочистки, на стояке на уровне первого этажа – ревизии. Водосточные воронки присоединить к отводным трубопроводам при помощи компенсационных патрубков с эластичной заделкой. Аксонометрическая схема внутренних водостоков жилого дома представлена на рис. 5.

АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРУБОПРОВОДОВ К2

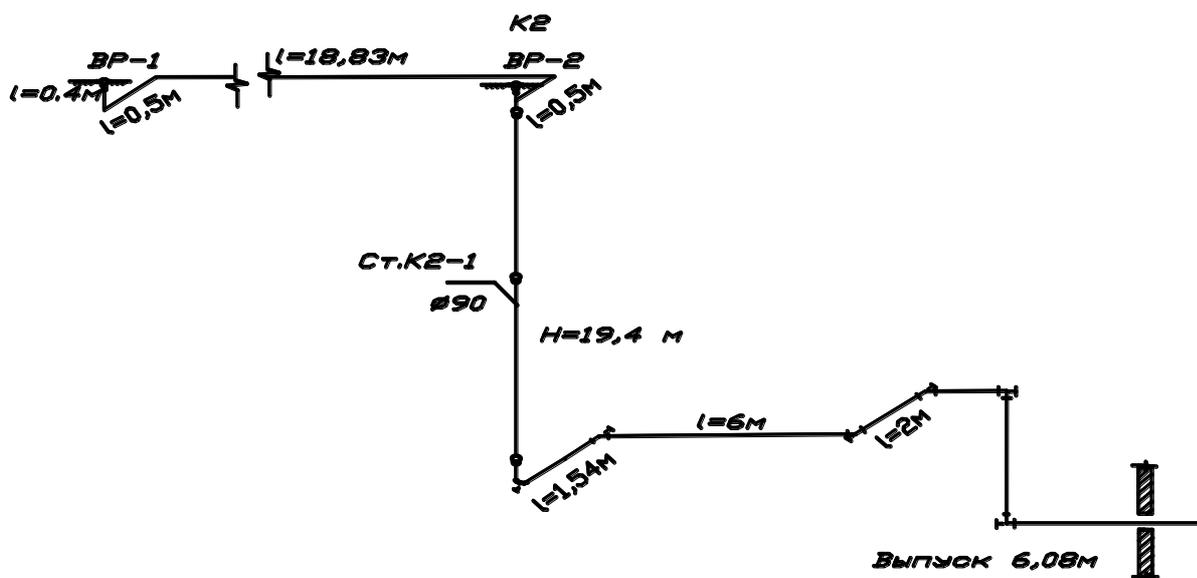


Рис. 5. Аксонометрическая схема внутренних водостоков жилого дома

Расчётный расход дождевых вод с кровли проектируемого объекта определяется отдельно для каждой секции по формулам (40, 41) [2]. Параметр q_{20} для г. Калининграда, согласно рис. 6 равен 100 л/с с 1 га.

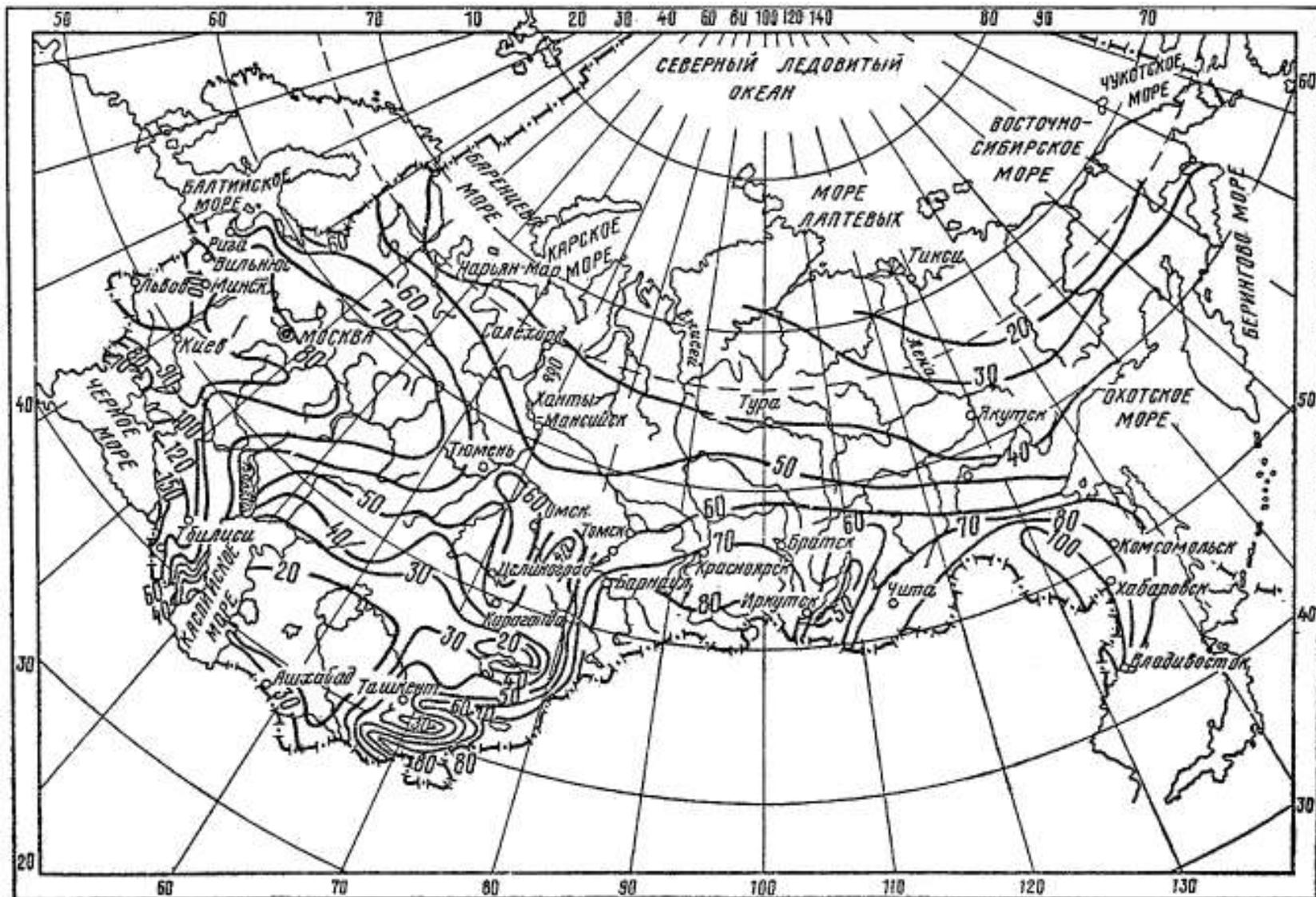


Рис. 6. Значения величин интенсивности дождя q_{20}

Площадь водосбора для одной секции F с учётом 30% суммарной площади вертикальных стен, примыкающих к кровле и возвышающихся над ней:

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

(При расчётах по вариантам – водосборная площадь уже задана).

Определяем расчётный расход ливневой воды на одну воронку:

$$Q = \frac{F \cdot q_5}{10000} = \frac{198,6 \cdot 267,59}{10000} = 5,3 \quad \text{л/с},$$
$$q_5 = 4^n q_{20} = 4^{0,71} \cdot 100 = 267,59 \text{ л/с с 1 га.}$$

где q_{20} - интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин, определяемая по рис. 6;

n - показатель степени, определяемый по табл. 8 [5] (при $P = 1$ год $n = 0,71$).

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

По табл. 21.1 [2] подбираем диаметр стояка. Согласно этой таблицы подходит диаметр 85 мм, однако по сортаменту полиэтиленовых труб принимаем ближайший в большую сторону – 110 мм.

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

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

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

В нашем случае на рис. 4 показан расчётный фрагмент системы водостоков здания.

Для расчёта горизонтальных участков внутридомовой ливневой канализации используем табл. 14 с проверкой выполнения п. 19.1 [2].

Согласно п. 19.1 [2] должно выполняться условие:

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

где K для полиэтиленовых труб равно 0,5.

При расходе 5,3 л/с (от одной воронки), экстраполируя значения табл. 14 получим:

H/D	i=0,01	
	qs	V
0,5	4,02	0,955
0,6	5,46	1,033
0,59	5,3	1,02

$$1,02\sqrt{0,59} = 0,78 \geq 0,5$$

Контроль пройден.

При расходе 10,6 л/с (от здания в целом), интерполируя значения табл. 14 получим:

H/D	i=0,018	
	qs	V
0,7	9,64	1,53
0,8	11,27	1,56
0,76	4	1,55

$$1,55\sqrt{0,76} = 1,35 \geq 0,5$$

Контроль пройден.

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

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

где H – напор или разность отметок, м;

l – суммарная длина трубопроводов, м;

i – гидравлический уклон (табл. 19).

Таблица 19 – Удельные сопротивления трению $i \times 10^{-3}$, с²/л², для трубопроводов внутренних водостоков

Трубопроводы	Удельные сопротивления трению $i \times 10^{-3}$, с ² /л ² , для трубопроводов внутренних водостоков					
	Условный проход, мм					
	80	100	125	150	200	250
Чугунные канализационные (ГОСТ 6942-80)	-	0,365	-	0,042	-	-
Чугунные напорные	1,71	0,365	0,11	0,042	0,009	0,0028
Асбестоцементные	0,735	0,165	0,067	0,028	0,006	0,002

(ГОСТ 1839-80)						
Полиэтиленовые (ГОСТ 22689-77)	0,962	0,11	0,043	0,023	-	-
Стальные (ГОСТ 3262-75* и 8732-87)	1,17	0,267	0,106	0,045	0,0093	0,0026

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений (табл. 20).

Таблица 20 – Коэффициенты местных сопротивлений

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

r_m – удельное местное сопротивление, $(\text{м} \cdot \text{с}^2)/\text{л}^2$ при $\xi=1$, в зависимости от диаметра условного прохода, мм, имеет следующие значения (табл. 21).

Таблица 21 – Удельное местное сопротивление, $(\text{м} \cdot \text{с}^2)/\text{л}^2$ при $\xi=1$, в зависимости от диаметра условного прохода, мм

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

Q – расход ливневых вод, л/с.

$$Q_{кр} = \sqrt{\frac{19,4}{[0,0832 \cdot 10^{-3} \cdot (0,4 + 0,5 + 18,83 + 0,5) + 63,4 \cdot 10^{-5} \cdot (1,5 + 3 \cdot 0,65 + 0,9) \cdot 5,3^2]^* + [0,0832 \cdot 10^{-3} \cdot (19,4 + 1,54 + 6 + 2 + 6,08) + 63,4 \cdot 10^{-5} \cdot (0,65 \cdot 4 + 1) \cdot 10,6^2]^{**}}}} = 7,57 \text{ л/с}$$

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

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

Увеличиваем диаметр трубопроводов до 150 мм.

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

$$= 14,83 \text{ л/с}$$

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

Задание.

Выполнить расчёт внутренних водостоков, согласно примеру. Исходные данные к вариантам взять из табл. 22.

Таблица 22 – Исходные данные к вариантам

Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Город	Орёл	Омск	Томск	Сочи	Курск	Чита	Псков	Якутск	Красноярск	Тюмень
F, м ² (водосборная площадь одной секции)	850	900	940	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
H, м (разность отметок воронки и выпуска)	21	26	29	36	40	42	46	50	24	32
L, м (длина выпуска)	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4
Материал	Ч	П	Ч	П	Ч	П	Ч	П	Ч	П
Величина и размерности	Исходные данные к вариантам									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Город	Москва	СПб	Калининград	Барнаул	Нижний Новгород	Томск	Новосибирск	Киров	Челябинск	
F, м ² (водосборная площадь одной секции)	970	900	1000	1000	1050	1100	1150	1200	1250	
H, м (разность отметок воронки и выпуска)	40	42	46	50	24	32	18	24	32	
L, м (длина выпуска)	3	4	5	6	3	4	5	6	3	
Материал	Ч	П	Ч	П	Ч	П	Ч	П	Ч	

Примечание:

1. Ч – чугу́н; П – поливинилхлорид.

2.12. Тема 12. Твёрдые коммунальные отходы.

Ключевые вопросы темы:

1. Состав и количество твердых коммунальных отходов.
2. Классификация отходов.
3. Нормативная документация в области ТКО.
4. Утилизация коммунальных отходов.
5. Сбор отходов. Способы мусороудаления.
6. Раздельный сбор и сортировка мусора.
7. Способы переработки коммунальных отходов.
8. Полигоны твердых коммунальных отходов.

Рекомендуемая литература: [5, с. 309-311], [10, с. 79-102].

Вопросы для самопроверки:

1. Что включает в себя процесс утилизации?
2. Какие мусоропроводы используются в различных зданиях и сооружениях?
3. Для чего применяют горячие (огневые) мусоропроводы?
4. Верно ли утверждение, что термины «сортировка отходов» и «раздельный сбор мусора» - это одно и то же?
5. Что включает рециклинг отходов?
6. Что такое пиролиз отходов?
7. Чем отличается полигон от свалки?
8. Имеет ли право обычный полигон коммунальных отходов принимать опасный мусор?

Методические материалы по теме 12:

В ходе работы по теме студенту следует использовать лекционный материал; материалы, полученные в ходе практического занятия; рекомендованную литературу; все материалы в разделе дисциплины в ЭИОС КГТУ. Рекомендованы сайты справочных нормативных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 10.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
2. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
3. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
4. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. База электронных нормативных документов «Техэксперт».
5. Кедров, В. С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебник для вузов / В. С. Кедров, Е. Н. Ловцов. – Москва, 1989. – 495 с.
6. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. — 8-е изд., перераб. и доп. М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. —336 с.
7. Плавич А. Ю., Александров И. С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство / А.Ю. Плавич, И.С. Александров. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 52 с.
8. Плавич, А.Ю., Александров, И.С. Санитарно-техническое оборудование зданий: учеб.-метод. пособие по лабораторным работам для студ. бакалавриата по направлению подгот. 08.03.01 Строительство / А. Ю. Плавич, И. С. Александров. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 21 с.
9. Макотрина, Л. В. Санитарно-техническое оборудование зданий. Водоснабжение : учебное пособие / Л. В. Макотрина. — Иркутск : ИРНИТУ, 2020. — 152 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325019> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Макотрина, Л. В. Санитарно-техническое оборудование зданий. Канализация : учебное пособие / Л. В. Макотрина. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 118 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325220> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Сологаев, В. И. Санитарно-техническое оборудование зданий : учебное пособие / В. И. Сологаев. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 65 с. — ISBN 978-5-89764-714-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105589> (дата обращения: 19.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Локальный электронный методический
материал*

Андрей Юрьевич Плавич

САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. 3,7. Печ. л. 3,5.

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