

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по выполнению практических работ

**ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем  
водоснабжения и водоотведения»**

**МДК 01.02 «Проектирование элементов систем водоотведения»  
Тема 3.2 Водоотведение**

для специальности 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение  
(Учебный план 2020)

Челябинск, 2020

## **АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

**на методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 3.2 Водоотведение, профессиональный модуль ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения», разработанные преподавателем ЮУрГТК Суздалевой Татьяной Михайловной**

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме Водоотведение, ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения, разработаны в рамках программы профессионального модуля, являющегося частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение базовой подготовки в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВДП): Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения и соответствующих профессиональных компетенций (ПК).

Настоящие методические рекомендации по выполнению практических работ представляют собой индивидуальные практические задания и служат для закрепления у студентов специальных знаний и умений при определении расчетных расходов сточных вод от различных потребителей и выполнении гидравлического расчета сетей водоотведения.

В ходе выполнения студентами практических заданий осуществляется обучение применению полученных знаний и умений, приобретается практический опыт при решении комплексных задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме Водоотведение ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения соответствуют установленным требованиям и могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе.

Генеральный директор ООО «Архитектурная Мастерская»  
Маркштетер А.А. Маркштетер



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 3.2 Водоотведение, профессиональный модуль ПМ.01 «Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения» для специальности 08.02.01 Водоснабжение и водоотведение (базовая подготовка).

Практические занятия являются важным элементом профессионального модуля. В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Программой ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и водоотведения предусмотрено выполнение 40 часов практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке

ПК 1.1. Принимать участие в проектировании элементов систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.2. Определять расчётные расходы воды

ПК 1.3. Разрабатывать технологические схемы очистки воды и обработки осадков

ПК 1.4. Производить расчеты элементов систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.5. Разрабатывать чертежи элементов систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.6. Определять, анализировать и планировать технико-экономические показатели систем водоснабжения и водоотведения

ПК 1.7. Устанавливать соответствие проектных решений природоохранным требованиям.

**умений:**

- разрабатывать технологические схемы очистки природных и сточных вод, схемы обработки осадков;
- читать и выполнять чертежи элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- работать с нормативными правовыми актами;
- составлять ведомости и спецификации оборудования и материалов, элементов проектируемых систем водоснабжения и водоотведения;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения;

- пользоваться расчетными программами;
- выполнять расчеты элементов санитарно-технических систем;
- читать и выполнять чертежи санитарно-технических систем;
- применять современные технологии строительства систем водоснабжения и водоотведения;
- использовать информационные технологии при подборе и поиске необходимого оборудования;

**знаний:**

- основы проектирования и конструирования;
- состав и порядок разработки проектной документации;
- строительные нормы и правила;
- технологию выполнения строительно-монтажных работ;
- передовые технологии и современное оборудование;
- основные гидротехнические сооружения, используемые в системах водоснабжения и водоотведения;
- современное насосное оборудование.

Практические работы выполняются студентами согласно заданному варианту. До начала выполнения работы студенты должны ознакомиться с целью работы, теорией по данной теме, порядком выполнения работы и, ответив на вопросы преподавателя, приступить к выполнению индивидуального задания.

По результатам выполненной практической работы студенты должны оформить отчет в соответствии с правилами, приведенными в методических указаниях, и ответить на контрольные вопросы. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением А.

## Перечень практических работ

№ темы	№ занятия	Вид и наименование работы	Количество часов на выполнение аудиторной работы
Тема 3.2 Водоотведение	1.	<i>Практическая работа № 1</i> «Определение расчетных расходов сточных вод жилой застройки».	2
	2.	<i>Практическая работа № 2</i> «Определение расчетных расходов сточных вод промышленного предприятия»	2
	3.	<i>Практическая работа № 3</i> «Трассировка сетей водоотведения города»	2
	4.	<i>Практическая работа № 4</i> «Определение начальной глубины заложения уличной сети водоотведения»	2
	5.	<i>Практическая работа № 5</i> «Определение расчетных расходов на расчетных участках сети при помощи модуля стока»	4
	6.	<i>Практическая работа № 6</i> «Отработка первичных навыков работ со справочно-нормативной литературой»	2
	7.	<i>Практическая работа № 7</i> «Гидравлический расчет нескольких участков сети водоотведения»	4
	8.	<i>Практическая работа № 8</i> «Расчет дюкера» или «Расчет и конструирование канализационного колодца из сборных ж/б элементов»	2
	9.	<i>Практическая работа № 9</i> «Построение продольного профиля сети водоотведения» (по результатам гидравлического расчета пр. зан. №7)	2
	10.	<i>Практическая работа № 10</i> «Расчет производительности главной насосной станции»	2
	11.	<i>Практическая работа № 11</i> «Определение концентрации загрязняющих веществ смеси бытовых и производственных сточных вод»	2

	12.	<i>Практическая работа № 12</i> «Определение необходимой степени очистки сточных вод»	2
	13.	<i>Практическая работа № 13</i> «Подбор типовой решетки по расчетным параметрам. Определение количества загрязнений, задерживаемых на решетках»	2
	14.	<i>Практическая работа № 14</i> «Подбор песколовков по расчетным параметрам. Расчет песковых площадок»	2
	15.	<i>Практическая работа № 15</i> «Компоновка сооружений механической очистки»	2
	16.	<i>Практическая работа № 16</i> «Оценка эффективности работы аэротенков»	2
	17.	<i>Практическая работа № 17</i> «Вычерчивание технологических схем биологической очистки сточных вод с различными сооружениями обработки осадка»	2
	18.	<i>Практическая работа № 18</i> «Привязка паспорта типового проекта очистных сооружений водоотведения»	2
ИТОГО:			40

## **Содержание отчёта и требования к его оформлению**

1. Отчёт по практической работе выполняется в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ).

2. Отчёт включает в себя разделы, отражающие все этапы выполнения работы.

2.1. Номер, название и цель работы.

Цель работы отражает основные задачи теоретического плана в данной работе.

2.2. Расчётное задание.

Каждый этап расчёта должен иметь свой подзаголовок, приводится расчётная схема (при необходимости), исходные данные, расчётные формулы, результаты расчётов в виде таблицы.

3. Графическая часть отчёта (схемы, таблицы, диаграммы, графики) выполняется карандашом с применением чертёжных инструментов.

4. Каждая отчетная работа должна быть аккуратно оформлена и вложена в папку с файлами. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК. Первый файл в папке должен содержать титульный лист установленного образца (приложение А). Каждая отчетная работа подписывается преподавателем после её защиты и хранится в папке у студента до конца текущего семестра. В конце семестра студент обязан сдать папку со всеми, подписанными преподавателем, работами и получить зачет по практическим работам за семестр. Зачет по практическим работам за семестр ставится при наличии в папке всех отчетных работ, проведенных в группе.

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;



- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ**

#### **Цель работы:**

- освоить методику определения расчетных расходов сточных вод жилой застройки;
- научиться определять средние и расчетные расходы бытовых сточных вод;
- научиться распределять по часам суток расход бытовых сточных вод;
- научиться пользоваться при выполнении расчетов нормативно-справочной литературой.

#### **Знания (актуализация):**

- методики определения средних и расчетных расходов сточных вод жилой застройки;
- правил определения удельной нормы водоотведения и параметры, от которых она зависит;
- характеристики коэффициентов неравномерности;
- перечня необходимой справочной литературы.

#### **умения:**

- определять расчетное количество жителей;
- определять средние и расчетные расходы сточных вод жилой застройки;
- определять коэффициенты неравномерности;
- распределять среднесуточный расход по часам суток с учетом общего коэффициента неравномерности;
- пользоваться нормативно-справочной литературой.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

При проектировании систем водоотведения необходимо знать расчетные расходы сточных вод, которые определяются заданным числом жителей на объекте водоотведения и количеством производственных сточных вод.

*Расчетное число жителей* определяют по формуле

$$N = pF, \quad (1.1)$$

где  $p$  – плотность населения (число жителей, приходящихся на 1 га площади за вычетом улиц), чел/га;

$F$  – площадь кварталов, га.

*Удельная норма водоотведения  $q_6$*  – это среднесуточный (за год) расход сточных вод, отводимый от одного человека, л/сут.

Эта норма зависит:

- от уровня санитарно – технического оборудования зданий;
- от климатических условий.

В таблице 1 (СНиП 2.04.02 – 84) показана зависимость степени благоустройства зданий и величины удельного водоотведения.

Таблица 1- Нормы водоотведения бытовых сточных вод населенных мест

Степень благоустройства районов жилой застройки	Водоотведение на одного жителя среднесуточное (за год), л/сутки
I. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией, без ванн	125 – 160
II. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией и ванными с местными водонагревателями	160 – 230
III. Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, канализацией и системой централизованного горячего водоснабжения	250 – 350

Приток сточных вод колеблется по суткам в пределах года и по часам суток.

*Коэффициент суточной неравномерности сточных вод*

$$K_1 = Q_1/Q_2, \quad (1.2)$$

где  $Q_1, Q_2$  - максимальный и средний суточный расход за год.

Коэффициент суточной неравномерности используют при анализе колебаний бытовых сточных вод от города. В зависимости от местных условий он равен 1.1 - 1.3.

*Коэффициент часовой неравномерности сточных вод*

$$K_2 = q_1/q_2, \quad (1.3)$$

где  $q_1, q_2$  - максимальный и средний часовые расходы в сутки с максимальным водоотведением.

*а) общий максимальный коэффициент неравномерности*

$$K = K_1 K_2 = (24 q_1/24 q)(q_1/q_2) = q_1/q, \quad (1.4)$$

где  $q$  – среднечасовой расход в сутки со средним поступлением сточных вод.

*б) общий минимальный коэффициент неравномерности*

$$K_m = q_m/q, \quad (1.5)$$

где  $q_m$  – минимальный часовой расход в сутки с минимальным водоотведением.

Таблица 2 - Общий коэффициент неравномерности водоотведения бытовых сточных вод для расчета сети (СНиП 2.04.03 – 85)

Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод	Средний расход сточных вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 и более
Максимальный $K$	2,50	2,10	1,90	1,70	1,60	1,55	1,50	1,47	1,44
Минимальный $K_m$	0,38	0,45	0,50	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

**Расчетный расход** – это наибольший возможный расход, который может поступить в водоотводящую сеть, и на который должны быть они рассчитаны.

Расчетные расходы бытовых вод от города определяют по следующим формулам:

- среднесуточный:

$$Q_2 = q_6 N/1000, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.6)$$

– максимальный суточный:

$$Q_1 = (q_6 N/1000) K_1, \text{ м}^3/\text{сут}, \quad (1.7)$$

– среднечасовой:

$$q = q_6 N/(1000 \cdot 24), \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.8)$$

– максимальный часовой:

$$q_1 = q K, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.9)$$

– среднесекундный:

$$q_{mid.s} = q_6 N/(24 \cdot 3600), \text{ л/с}, \quad (1.10)$$

– максимальный секундный:

$$q_{max.s} = q_{mid.s} \cdot K, \text{ л/с},$$

где  $q_6$  – удельное водоотведение бытовых вод, л/сут·чел;

$N$  – расчетное число жителей.

Нормами водоотведения бытовых вод от города не учитываются расходы воды, поступающие от домов отдыха, санаториев, профилакториев и др. Эти расходы воды определяются и учитываются отдельно.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Пользуясь генпланом, определить площадь жилой застройки.
2. Определить расчетное количество жителей.
3. Определить удельную норму водоотведения согласно степени благоустройства зданий.
4. Определить средние и расчетные расходы сточных вод с учетом коэффициента неравномерности, полученные результаты занести в таблицу (см. табл.3).
5. Распределить среднесуточный расход по часам суток (см. приложение Б) с учетом общего коэффициента неравномерности (см. табл. 4).

Таблица 3 - Расходы сточных вод от жилой застройки

Площадь застройки $F$ , га	Плотность населения $P$ , чел/га	Расчетное число жителей $N$ , чел.	Средняя норма водоотведения $q_b$ , л/сут	Средний расход сточных вод			Коэффициенты неравномерности		Расчетные расходы сточных вод		
				Среднесуточный $Q_{ср.сут}$ , м <sup>3</sup>	Среднечасовой $Q_{ср.час}$ , м <sup>3</sup>	Среднесекундный $Q_{ср.сек}$ , л	Суточный $K_{сут}$	Общий $K_{общ}$	Максимальный суточный расход $Q_{max.сут}$ , м <sup>3</sup>	Максимальный часовой расход $Q_{max.час}$ , м <sup>3</sup>	Максимальный секундный расход $q_{max.сек}$ , л

Таблица 4 - Распределение среднесуточного расхода бытовых сточных вод по часам суток в зависимости от общего коэффициента неравномерности водоотведения ( $K_{общ}$ )

Часы суток	Бытовые воды от города	
	%	м <sup>3</sup>
0-1		
1-2		
2-3		
....		
23-24		
Итого	100%	

### Исходные данные

Генеральный план города в соответствии с номером варианта в масштабе 1:10 000 или 1:5 000

Таблица 5 - Данные по жилой застройке

Вариант	Характеристика районов застройки, этажность зданий	Плотность населения чел/га	Степень благоустройства зданий (СНиП 2.04.02-84), табл. 1	Район строительства (область)	Глубина залегания грунтовых вод, м	Категория грунта
1.	2-3	200	1	Пермь	6,2	суглинок
2.	2-3	330	1	Петрозаводск	5,8	супесь
3.	5-10	350	2	Новосибирск	6,2	суглинок
4.	8-10	200	2	Барнаул	6,4	супесь

Продолжение таблицы 5

5.	6-8	340	3	Самара	6,8	суглинок
6.	5-6	220	3	Сыктывкар	6,7	супесь
7.	7-8	270	2	Краснодар	7,0	суглинок
8.	2-3	250	1	Ростов-на-Дону	7,2	супесь
9.	5-10	270	3	Уфа	7,4	суглинок
10.	5-10	330	3	Великие Луки	7,6	супесь
11.	2-3	300	2	Челябинск	7,8	суглинок
12.	5-6	350	3	Екатеринбург	5,0	супесь
13.	5-10	250	3	Волгоград	5,2	супесь
14.	8-10	350	2	Кострома	5,4	суглинок
15.	8-10	330	3	Ижевск	5,6	супесь
16.	2-3	300	1	Казань	5,8	суглинок
17.	2-3	350	3	Екатеринбург	6,0	супесь
18.	5-10	325	3	Челябинск	6,0	супесь
19.	7-8	300	2	Омск	6,4	суглинок
20.	7-8	325	3	Курган	6,6	супесь
21.	5-6	250	2	Саратов	6,8	суглинок
22.	5-10	350	3	Н. Новгород	7,0	супесь
23.	5-6	200	2	Пенза	7,2	суглинок
24.	8-10	290	3	Псков	7,4	супесь
25.	2-3	200	1	Астрахань	7,6	суглинок
26.	7-8	250	3	Оренбург	7,8	супесь
27.	8-10	350	3	Самара	8,0	суглинок
28.	5-6	300	3	С. Петербург	6,0	супесь
29.	2-3	200	1	Смоленск	5,0	суглинок
30.	5-10	325	3	Челябинск	6,0	супесь

### Контрольные задания:

1. Поясните, как определяют расчетное количество жителей.
2. Расскажите о методике и порядке определения расчетного расхода бытовых сточных вод жилой застройки.
3. Дайте определение удельной нормы водоотведения и назовите параметры, от которых она зависит.
4. Поясните, для чего используют коэффициенты неравномерности и как их определяют.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

#### **Цель работы:**

1. сформировать практические умения в определении расчетных расходов сточных вод промышленного предприятия;
2. освоить методику расчета расчетных расходов сточных вод предприятия;
3. научиться сводить полученные расчеты в таблицы (сводные ведомости);

#### **Знания (актуализация):**

- принципа определения удельного водоотведения бытовых и производственных сточных вод промпредприятия;
- методики определения расчетных расходов от промышленного предприятия;

#### **умения:**

- выполнять расчет расчетных расходов сточных вод промышленного предприятия;
- полученные результаты расчетов сводить в таблицы (сводные ведомости);
- распределять суточный расход предприятия по часам суток.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

При проектировании систем водоотведения необходимо знать расчетные расходы сточных вод, которые определяются заданным числом жителей на объекте водоотведения и количеством производственных сточных вод. При определении числа жителей в городах отдельно подсчитывают число рабочих и служащих на предприятии, так как они потребляют дополнительное количество воды на бытовые нужды.



От промышленных предприятий расход сточных вод является сосредоточенным, поступающим в ближайший расчетный участок, и определяется как наибольшая сумма производственных, бытовых и душевых сточных вод в максимальную смену.

Удельное водоотведение бытовых вод от промышленных предприятий – это расход воды литров в смену от одного работающего, эта норма одинакова для предприятий всех отраслей промышленности и не зависит от климатических условий.

Расходы воды от душей и ножных ванн определяются по часовым расходам воды в соответствии со СНиП 2.04.01-85:

- на одну душевую сетку – 500 л/ч;
- на одну ножную ванну со смесителем – 220 л/ч.

Коэффициент часовой неравномерности притока бытовых сточных вод практически одинаков для различных отраслей промышленности (см. таблицу 6).

Таблица 6 - Режим отведения бытовых вод промышленных предприятий

Часы смены	Холодный цех, 25 л/(см·чел)		Горячий цех, 45 л/(см·чел)	
	Значение $K_6$ при $K_{6,x} = 3$	Расходы в %	Значение $K_6$ при $K_{6,г} = 2,5$	Расходы в %
0-1	1	12,5	1	12,5
1-2	0,625	6,2	0,6	7,5
2-3	0,625	6,2	0,6	7,5
3-4	0,625	6,2	0,6	7,5
4-5	1,5	18,75	1,5	18,75
5-6	0,625	6,2	0,6	7,5
6-7	0,625	6,2	0,6	7,5
7-8	3	37,5	2,5	31,25

Расчетные расходы бытовых вод от промышленных предприятий определяются по формулам

$$Q_{mid} = (25 N_1 + 45 N_2)/1000, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (2.1)$$

$$Q_{max.см} = (25 N_3 + 45 N_4)/1000, \text{ м}^3/\text{см}; \quad (2.2)$$

$$q^I_{max.s} = (25 N_3 K_{6,x} + 45 N_4 K_{6,г})/t \cdot 3600, \text{ л/с}, \quad (2.3)$$

где  $N_1$  и  $N_2$  – число работающих в сутки при удельном водоотведении соответственно в холодных и горячих цехах 25 и 45 л/см;

$N_3$  и  $N_4$  – число работающих в смену с максимальным числом работающих при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 л/см на одного работающего;

$Q_{mid}$  – среднесуточный расход;

$Q_{max.cm}$  – расход в смену с максимальным числом работающих;

$K_{б.х} = 3$  и  $K_{б.г} = 2,5$  – коэффициенты часовой неравномерности при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 л/см на одного работающего;

$t$  – продолжительность смены, ч.

Расчетные расходы душевых вод с учетом их равномерного образования в течение 45 минут последнего часа смены можно определить по формулам

$$Q_{max.cm} = q_{д.с} M_{д} \cdot 45/1000 \cdot 60, \text{ м}^3/\text{см}; \quad (2.4)$$

$$Q_{см.} = (q_{д.с} M_{д} \cdot 45/1000 \cdot 60) \cdot (N_{см} / N_{max}), \text{ м}^3/\text{см}; \quad (2.5)$$

$$q^2_{max.s} = q_{д.с} M_{д} / 3600, \text{ л/с}; \quad (2.6)$$

где  $q_{д.с}$  – расход воды через одну душевую сетку, равный 500 л/ч;

$M_{д}$  – число душевых сеток, (шт);

$N_{см}$  и  $N_{max}$  – число рабочих, пользующихся душем, соответственно, в рассчитываемую и в максимальные смены;

45 – продолжительность работы душа в последний час смены, мин.

Число душевых сеток:

$$M_{д} = N_{max} t_n / t_{д}, \quad (2.7)$$

где  $t_n = 9$  – продолжительность водной процедуры одним пользующимся душем, мин;

$t_{д} = 45$  – продолжительность работы душа, мин.

В сеть водоотведения попадает 30% сточных вод от суточного расхода на производственные нужды,  $Q_{mid}$ ,  $\text{м}^3/\text{сут}$ :

$$Q_{mid} = \frac{Q_{np.сут} \times 30}{100} \quad (2.8)$$

Распределение расходов производственных сточных вод по сменам принимается в % от суточного расхода.

Если предприятие работает в три смены, расход производственных вод распределяется в следующем соотношении:

- дневная – 40-50%;
- вечерняя – 30-35%;
- ночная – 20-30%

Если предприятие работает в две смены:

- дневная – 50-65%;
- вечерняя – 35-50%

Расчет производственных сточных вод ведется на максимальную смену,  $Q_{\max.см}, м^3/см$ :

$$Q_{\max.см} = \frac{Q_{mid} \times \%}{100} \quad (2.9)$$

Максимально секундный расход производственных вод определяем по формуле:

$$q^3_{\max.s} = \frac{Q_{\max.см}}{T \cdot 3600} \cdot K_{час} \quad (2.10)$$

где  $Q_{\max.см}$  – наибольший расход сточных вод предприятия в смену;

$T$  – продолжительность смены, ч;

$K_{час}$  – коэффициент часовой неравномерности поступления производственных сточных вод зависит от производства (см. таблицу 7).

Таблица 7 – Коэффициенты часовой неравномерности поступления производственных сточных вод для различных отраслей промышленности

Отрасль промышленности	Коэффициенты часовой неравномерности
Предприятия металлургической промышленности	1 - 1,1
Предприятия химической промышленности	1,3 – 1,5
Предприятия пищевой промышленности	1,5 - 2
Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности	1,3 – 1,8

Общий максимальный расход от предприятий при отводе всех категорий сточных вод составит:

$$q_{max.s} = q^1_{max.s} + q^2_{max.s} + q^3_{max.s} \quad (2.11)$$

Для удобства расчетов полученные результаты определения расходов целесообразно сводить в ведомости (см. таблица 8).

### Порядок выполнения работы:

1. Определить расход производственных сточных вод (суточный и в смену).
2. Определить расход бытовых сточных вод.
3. Определить расход душевых сточных вод.
4. Полученные данные свести в таблицу (табл. 8).
5. Распределить суточный расход предприятия по часам суток (табл. 9).
6. Определить максимальный расход (часы и объем).

Таблица 8 - Сводная ведомость суммарных расходов сточных вод промышленного предприятия

Сме-на	Часы работы каждой смены	Цех	Бытовые сточные воды				Сточные воды душевых				Производственные сточные воды, м³
			Количеств о работ ающих их	Норма водоотв едения на чел. в смену, л	Расход, м³		Количес т во рабо тающих, пользо ующих ся душем в смену	Число лю дей приходя щих на 1 душевую сетку	Коли чество душев ых сеток	Расхо д сточн ых вод душе вых	
					по цехам	в смену					
1	8-16	гор.		45							
		хол.		25							
2	16-24	гор.		45							
		хол.		25							
3	24-8	гор.		45							
		хол.		25							
Итого:											

Таблица 9 - Распределение суточного расхода сточных вод предприятия по часам суток

Часы суток	Расход бытовых вод				Расход производст венных вод		Душевые воды, м³	Суммар ные расходы, м³	Коэффиц. неравном. общего стока	Расчетный расход в макс. час. м³
	в хол.		в гор.							
	в %	в м³	в %	в м³	в %	в м³				
0-1										
1-2										
2-3										
...										
23-24										
Итого										

Таблица 10 - Исходные данные по предприятию

Вариант	Предприятие, отрасль производства	Число рабочих смен в сутки	Количество рабочих и служащих в наибольшую смену				Расход воды на производственные нужды	Концентрация загрязнений в сточных водах	
			Всего		Пользующиеся душем			по взвешенным веществам	по БПК <sub>полн</sub>
			гор. цех	хол. цех	гор. цех	хол. цех			
1	Мясокомбинат	3	250	490	25	50	3100	460	360
2	Кожевенный завод	2	120	380	100	300	3300	500	200
3	Кожевенный завод	3	150	540	60	250	2500	300	350
4	Автомобильный завод	2	290	370	150	180	1500	250	350
5	Целлюлозно—бумажный завод	2	580	750	290	370	2100	500	500
6	Металлургический комбинат	2	290	370	30	40	4800	470	400
7	Химический комбинат	2	170	450	120	210	3500	300	350
8	Машиностроительный завод	3	560	280	480	200	2500	400	500
9	Трикотажная фабрика	3	740	520	740	250	3900	500	450
10	Завод строительных	3	370	250	370	180	2300	400	300

Продолжение таблицы 10

11	Кондитерская фабрика	2	230	360	230	260	1300	450	500
12	Пивкомбинат	3	420	570	420	350	1800	500	450
13	Мясокомбинат	3	510	460	450	200	3700	500	450
14	Кожевенный завод	3	120	670	120	500	2900	450	500
15	Завод строительных материалов	2	400	400	180	180	4300	500	500
16	Ткацкая фабрика	2	300	750	220	620	800	400	340
17	Деревообрабатывающий завод	2	220	560	180	270	1200	450	400
18	Радиозавод	3	280	200	200	120	1600	300	500
19	Ремзавод	3	570	940	170	250	2000	350	500
20	Целлюлозно-бумажный завод	3	750	520	350	260	2400	200	400
21	Трикотажная фабрика	3	420	370	390	150	2800	400	260
22	Лакокрасочный завод	3	790	460	400	230	3200	370	500
23	Кирпичный завод	3	250	480	130	210	3600	340	380
24	Обогатительная фабрика	3	120	380	12	38	4000	300	240
25	Хлебзавод	2	160	450	100	350	1500	200	400

**Контрольные задания:**

1. Дайте определение удельного водоотведения бытовых сточных вод промпредприятия.

2. Дайте определение удельного водоотведения производственных сточных вод промпредприятия.

3. Объясните, из каких стоков складывается расход сточных вод промпредприятия;

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ТРАССИРОВКА СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ ГОРОДА**

#### **Цель работы:**

- научиться разбивать объект водоотведения на бассейны водоотведения;
- научиться проводить линии водоразделов по расположению горизонталей на генплане;
- освоить правила выполнения трассировки сетей водоотведения города.

#### **Знания (актуализация):**

- правил определения бассейнов водоотведения;
- методики выполнения трассировки сетей водоотведения города;
- основных схем трассировки;

#### **умения:**

- разбивать объект водоотведения на бассейны водоотведения;
- проводить линии водоразделов по расположению горизонталей на генплане;
- выполнять трассировку сетей водоотведения города.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Разработку схем водоотводящих сетей начинают после определения (ориентировочно) места расположения очистных сооружений, к которым должно обеспечиваться транспортирование сточных вод.

Перед составлением схемы обслуживаемый объект разбивается на бассейны водоотведения. С учетом расположения горизонталей на генплане проводятся линии водоразделов. Для продолжения их до взаимного пересечения и пересечения с границами обслуживаемого объекта можно ориентировочно определить число бассейнов водоотведения и их границы.

Составление схемы водоотводящей сети начинают с трассировки коллекторов бассейнов водоотведения. Под трассировкой понимают расположение на генплане объекта водоотведения, уличных и главных коллекторов.

*Трассировка водоотводящих сетей зависит:*

- ✓ от рельефа местности (максимальное условие самотечности);
- ✓ грунтовых условий (болото, скала, переход рек);
- ✓ расположения водоемов (направление движения воды).

Принцип трассировки диктуется необходимостью обеспечения наименьшего заглубления внутриквартальных сетей и уличных трубопроводов.

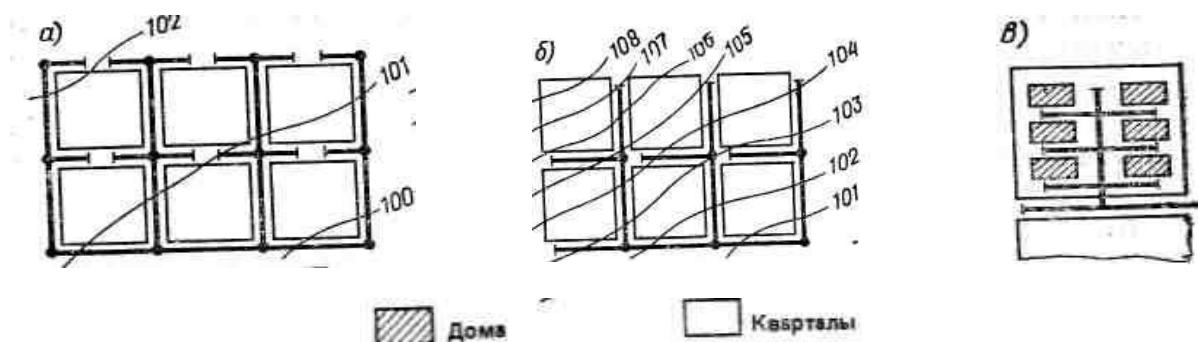


Рисунок 1 - Основные схемы трассировки:

а) объемлющая; б) по пониженной стороне квартала; в) черезквартальная

*Объемлющая трассировка* — схема, когда уличные трубопроводы прокладывают со всех сторон квартала (рис. 1а). Применяют при слабовыраженном уклоне местности ( $i = 0.005$ ) для больших кварталов и при отсутствии внутри них застройки.

*Трассировка по пониженной стороне квартала* — схема, когда уличные трубопроводы прокладывают лишь с пониженных сторон квартала (рис. 1б). Применяют при выраженном рельефе местности ( $i = 0,007$ ) и небольших кварталах.

*Черезквартальная трассировка* — схема, когда трубопроводы прокладывают внутри квартала, что сокращает общую протяженность сети и не загромождается подземная часть (рис. 1в). В зависимости от основных факторов схемы водоотводящие сети подразделяются:





*Перпендикулярная схема* – схема (рис. 2), когда коллекторы бассейнов водоотведения трассируются перпендикулярно направлению течения воды в водоеме. Рекомендуется при уклоне поверхности земли к водоему и при отводе сточных вод, не нуждающихся в очистке (дождевых, условно чистых). Применяется при устройстве полных и неполных раздельных систем.

*Пересеченная схема* – схема (рис. 3), когда коллекторы бассейнов водоотведения трассируются перпендикулярно направлению течения воды в водоеме и перехватываются главным коллектором трассируемом параллельно реке. Применяют при плавном снижении рельефа местности к водоему и необходимости очистки сточных вод, при устройстве полной раздельной системы.

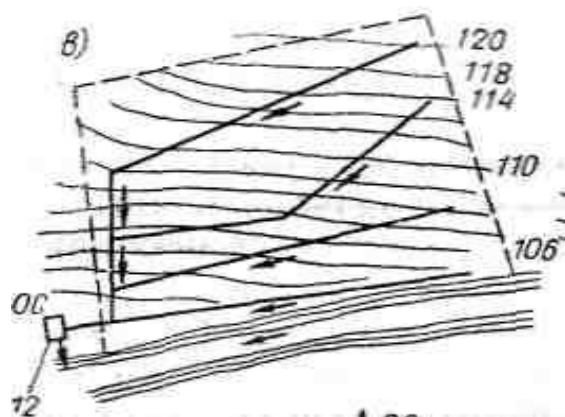


Рисунок 4 – Параллельная (веерная схема)

*Параллельная (веерная)* – схема (рис. 4), когда коллекторы бассейнов водоотведения трассируются параллельно или под небольшим углом к направлению течения воды в водоеме и перехватываются главным коллектором, трассирующим сточные воды к очистным сооружениям перпендикулярно направлению течения воды в водоеме. Рекомендуется при крутом рельефе местности, при резком падении рельефа местности к водоему.

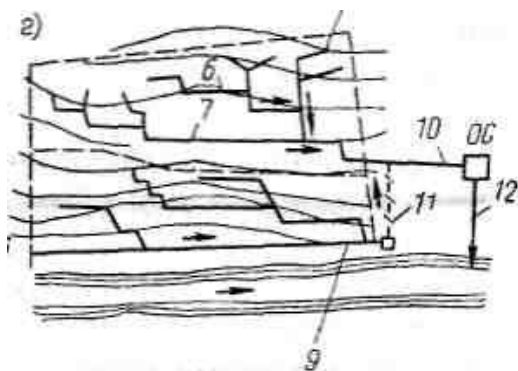


Рисунок 5 - Зонная (поясная) схема

*Зонная (поясная)* – схема (рис. 5), когда обслуживаемая территория разбивается на две зоны:

- с верхней сточные воды отводятся к очистным сооружениям самотеком;
- с нижней перекачиваются насосными станциями.

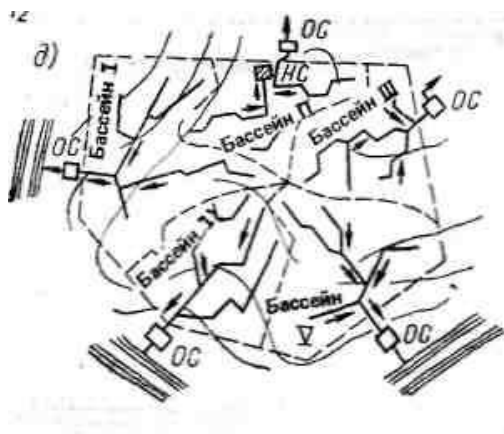


Рисунок 6 - Радиальная схема

*Радиальная (децентрализованная)* – схема (рис. 6), когда отведение сточных вод реализуется на несколько очистных станций. Применяется при сложном рельефе местности и в больших городах.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Показать в кварталах стрелками направление уклона поверхности земли.
2. Выполнить по пониженным местам трассировку коллекторов бассейнов водоотведения.
3. Выполнить трассировку главных и загородных коллекторов, перехватывая коллекторы бассейнов в направлении к очистным сооружениям.
4. Выполнить трассировку уличных сетей к коллекторам с таким расчетом, чтобы каждая ветка уличной сети имела минимальную длину.

### **Исходные данные**

– Генплан города с горизонталями через 1-2 метра в масштабе 1:10000, 1:5000.

### **Контрольные задания:**

1. Поясните правила определения бассейнов водоотведения.
2. Опишите методику выполнения трассировки сетей водоотведения города;
3. Перечислите основные схемы трассировки.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ УЛИЧНОЙ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ

#### Цель работы:

- изучить правила определения минимальной глубины заложения;
- освоить методику определения начальной глубины заложения уличной сети водоотведения;
- научиться работать со схемами.

#### Знания (актуализация):

- условий определения минимальной глубины заложения;
- правил определения отметок поверхности земли;

#### умения:

- находить глубину промерзания пользуясь картой «Глубин промерзания»;
- определять минимальную глубину заложения;
- определять начальную глубину заложения уличной сети водоотведения;
- наносить на схему полученные расчетом данные.

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

*Минимальная глубина заложения принимается исходя из трех условий:*

#### *1. Исключения промерзания труб*

При отсутствии данных по опыту эксплуатации минимальная глубина принимается по формуле:

$$h_{min} = h_{np} - a, \quad (4.1)$$

где  $h_{np}$  – глубина промерзания грунта,

$a$  – величина, зависящая от  $d$  трубопровода:

при  $d$  меньше 500 мм –  $a = 0,3$  м;

при  $d$  больше 500 мм –  $a = 0,5$  м.

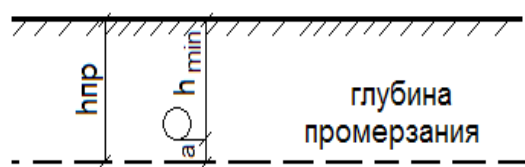


Рисунок 7 - Глубина, исключающая промерзание

Данные о глубине промерзания представлены на карте «Схематическая карта нормативных глубин промерзания грунта» (приложение В).

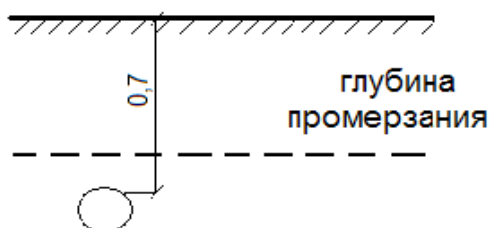


Рисунок 8 – Глубина, исключающая механическое разрушение

## 2. Исключение механического разрушения труб

В целях исключения механического разрушения трубопровода от внешних нагрузок глубина заложения должна быть не меньше 0,7 м до верха трубопровода.

$$h_{min} = 0,7 + d, \quad (4.2)$$

где  $d$  – диаметр трубы, м.

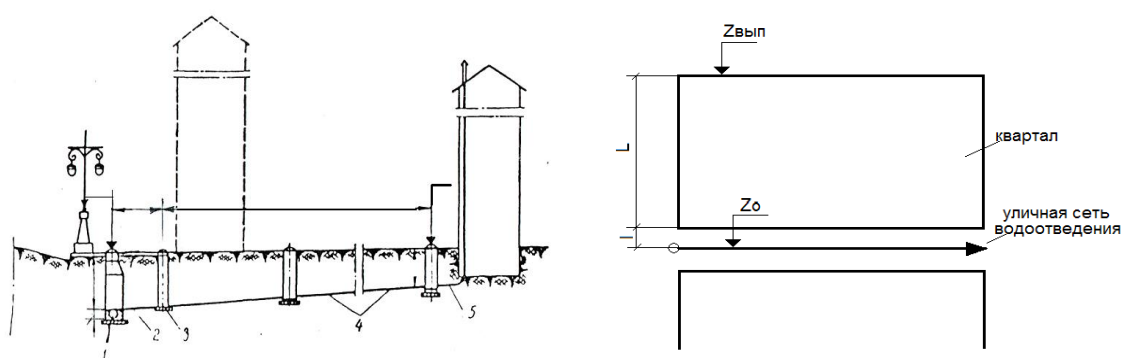


Рисунок 9 - Схема заложения уличной сети

3. Обеспечение самотечного присоединения к трубопроводам внутриквартальных сетей и боковых веток (см. рис.9).

Минимальная глубина заложения трубопровода в диктующей точке принимается из сравнения этих условий, при этом принимается большая из них.

*Минимальная глубина заложения уличной сети в начальной точке  $H_o$ , м, определяется:*

$$H_o = h_{min} + i \cdot (L+l) + Z_o - Z_{вып} + \Delta d, \quad (4.3)$$

где  $h_{min}$  – глубина заложения выпуска из самого удаленного здания квартала, м;

$Z_o$  – отметка поверхности земли в начальной точке уличной сети, м;

$i$  – уклон внутриквартальной сети (0,007 – при обосновании 0,005; допускается 0,008 – 0,01);

$L + l$  – суммарная длина внутриквартальной сети и соединительной ветки, м;

$Z_{вып}$  – отметка поверхности земли у выпуска, м;

$\Delta d$  – разница в диаметрах городской и внутриквартальной сети, м.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определить наименьшую глубину заложения трубопровода в наиболее удаленном колодце квартала.

2. Определить перепад между лотками труб внутриквартальной и уличной сетями водоотведения.

3. Определить начальную глубину заложения уличного коллектора.

4. Расставить на схеме полученные расчетом и заданные отметки.

### **Исходные данные**

– генеральный план города (в соответствии с вариантом) с принятой схемой водоотведения (трассировкой);

– диаметр внутриквартальной сети в соответствии с вариантом (см. табл. 11);

– диаметр уличной сети в соответствии с вариантом (см. табл. 11).

Таблица 11 – Диаметры внутриквартальных и уличных сетей

Номер	D <sub>1</sub> внутриквартальной сети, мм	D <sub>2</sub> уличной сети, мм
1	150	200
2	200	300
3	150	250
4	200	350
5	150	200
6	200	300
7	150	200
8	200	300
9	150	200
10	150	250
11	200	250
12	200	250
13	250	300
14	250	350
15	300	400
16	400	450
17	250	300
18	350	450
19	200	300
20	200	350
21	150	200
22	150	250
23	200	400
24	350	450
25	200	300

**Контрольные задания:**

1. Перечислите основные условия определения минимальной глубины заложения.
2. Назовите максимальные глубины заложения открытым способом и объясните, от чего они зависят.
3. Объясните, в каком случае уклон внутриквартальной трубы принимают по уклону местности.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ НА РАСЧЕТНЫХ УЧАСТКАХ СЕТИ ПРИ ПОМОЩИ МОДУЛЯ СТОКА

#### Цель работы:

- закрепить теоретические знания по определению модуля стока и средних расходов с площади стока;
- освоить определение попутных, боковых, средних, сосредоточенных, расчетных расходов на сети;
- освоить методику определения расчетных расходов на расчетных участках.

#### Знания (актуализация):

- порядка определения модуля стока и средних расходов с площади стока;
- методики расчета попутных, боковых, средних, сосредоточенных, расчетных расходов на сети;
- методики определения расчетных расходов на расчетных участках;
- порядка заполнения таблицы расчетных расходов на расчетных участках;

#### умение:

- определять модуль стока и количество стоков с площади квартала;
- определять расчетные расходы на расчетных участках сети, учитывая попутные, боковые, транзитные и сосредоточенные расходы;
- выполнять расчет в виде таблицы.

### ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

*Модуль стока ( $q_o$ )* – это расчетный расход, приходящийся на 1 га площади, л/с·га, определяется по формуле

$$q_o = \frac{q_o P}{24 \cdot 3600}, \quad (5.1)$$

где  $P$  – плотность населения, чел · га.

Средние расходы с площади стока, л/с, определяем по формуле

$$q_{кв} = q_o F, \quad (5.2)$$

где  $F$  – площадь квартала, га.

Результаты расчета заносим в таблицу (номера кварталов, индексы площадей стока снимаются с генплана города и принятой схемы водоотведения).

Таблица 12 - Средние расходы с площадей стока

№ мкр.	Индекс площади стока	Модуль стока л/(с га)	Величина площади стока, га	Средний расход с площади стока, л/с
Итого по городу:				

Перед расчетом водоотводящая сеть и коллекторы разбиваются на расчетные участки. Определение расчетных расходов начинают с диктующих точек.

*Расчетным называется участок сети, в котором расход и уклон являются постоянными.*

Расход для каждого расчетного участка определяется как сумма следующих расходов:

- *попутного* ( $q_n$ ), поступающего в расчетный участок от кварталов жилой застройки, расположенных по длине участка;
- *транзитного* ( $q_{тр}$ ), поступающего в верхнюю точку расчетного участка от расположенных выше кварталов;
- *бокового* ( $q_{бок}$ ), поступающего от присоединения боковых линий;
- *сосредоточенного* ( $q_{соср}$ ), поступающего от отдельных абонентов (крупных водопотребителей).

$$q_p = ((q_{бок} + q_n) + q_{mp}) K + q_{соср}, \text{ л/с.} \quad (5.3)$$

Сосредоточенный расход  $q_{соср}$  от нежилого объекта определяет начальную сумму расчетных расходов сточных вод различного происхождения (бытовых, душевых и производственных).

Различают транзитный и местный сосредоточенные расходы:

- *собственный сосредоточенный расход* – расход от промышленных предприятий и других, крупных водопотребителей, расположенных на прилегающем квартале или его части;

- *транзитный сосредоточенный расход* – расход от промышленных предприятий и других, крупных водопотребителей, попадающих выше расчетной точки.

В целях упрощения расчеты осуществляют в табличной форме.

Таблица 13 - Расчетные расходы на расчетных участках

№ расче тных участ ков	Индексы площадей стока		Средние расходы с микрорайонов жилой застройки, л/с			Коэф- фици нт общей нерав номер ности	Расчетные расходы, л/с				
							С микро района, квартала	Сосредоточенные			Сумма рные
	Путе вые	Транзи тные	Путевы е	Транзитн ые	Общие			Собст вен- ные	Тран- зитные	Общи е	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

### Порядок выполнения работы:

1. Пронумеровать кварталы, начиная от дальнего к очистным сооружениям.
2. Крупные кварталы разделить, подразделениям дать буквенный индекс.
3. Определить площадь кварталов и подразделений в га.
4. Коллектор разделить на расчетные участки и пронумеровать, начиная от дальней точки.

5. Определить средний расход с площади квартала по модулю стока, результаты занести в таблицу (номера кварталов, индексы площадей стока снимаются с генплана города и принятой схемы водоотведения).

6. Определить расчетные расходы на расчетном участке сети водоотведения в табличной форме.

7. Заполнить таблицу в следующем порядке:

- в графу 1 заносим номера расчетных участков по движению воды от кварталов, создающий попутный, боковой и транзитные расходы;

- в графы 2 и 3 вписываются номера кварталов, создающих путевой и транзитные расходы на расчетном участке;

- в графы 4 и 5 вычисленные средние расходы с кварталов;

- транзитный расход в графе 5 равен среднему общему расходу в графе 6 на предыдущем участке;

- в графу 6 записывают  $Q_{mid}$  – сумму средних попутного и транзитного расходов;

- в графу 8 записывается максимальный расход бытовых вод на расчетном участке;

- собственный сосредоточенный расход (графа 9) на всех последующих участках становится транзитным (графа 10);

- расчетный (суммарный) расход в графе 12 вычисляется как сумма расходов в графах 8 и 11.

### ***Исходные данные***

1. Генплан города с принятой схемой водоотведения.

2. Плотность населения и норма водоотведения в соответствии с вариантом.

3. Расход сточных вод, поступающий от предприятия из практического задания № 2 (берется максимальный часовой расход и переводится в секундный);

4. Социально-бытовые здания на выбранном участке сети водоотведения задаются преподавателем.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение модуля стока и назовите, от чего он зависит.
2. Перечислите все виды расходов, из которых складывается расчетный расход на участке.
3. Назовите объекты водоотведения, которые создают сосредоточенный расход.
4. Объясните, почему средние расходы с микрорайонов жилой застройки умножаем на общий коэффициент неравномерности.
5. Расскажите о порядке определения расчетных расходов на расчетных участках.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОТРАБОТКА ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ РАБОТЫ СО СПРАВОЧНО-НОРМАТИВНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ**

#### **Цель работы:**

- научиться работать с нормативно-справочной литературой;
- освоить основы гидравлического расчета сети водоотведения;
- научиться подбирать в соответствии с расчетным расходом диаметр, уклон, скорость и наполнение трубопровода.

#### **Знания (актуализация):**

- правил подбора по таблицам для гидравлического расчета диаметра, уклона, скорости и наполнения трубопровода;

#### **умение:**

- работать с таблицами для гидравлического расчета канализационных трубопроводов;
- подбирать по таблицам на расчетный расход диаметр, уклон, скорость и наполнение трубопровода.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Расчет самотечных трубопроводов заключается в определении их диаметра (или размеров коллектора, если он имеет не круглую форму), уклона и параметров их работы - наполнения и скорости. Обычно предварительно определяется расход, который является исходным для расчета. Расчет трубопроводов - не только гидравлическая задача. Полученные результаты должны удовлетворять технологическим и экономическим требованиям.

Для проектирования бытовых водоотводящих сетей принимается безнапорный режим движения жидкости с частичным наполнением труб.

В целях исключения подтопления трубопроводов при расчетных условиях наполнение в трубопроводах бытовой водоотводящей сети рекомендуется принимать не более 0,8. Рекомендуемые максимальные наполнения приведены в таблице 14.

*Самоочищающая скорость* - это минимальная скорость, которая должна обеспечиваться в водоотводящих сетях при расчетном расходе. Профессоры Н. Ф. Федоров и А. М. Курганов минимальную скорость, которую необходимо соблюдать в трубопроводах из условий самоочищения, называют *незаиляющей*.

Таблица 14 - Рекомендуемые наполнения, минимальные скорости и уклоны

Диаметр $d$ , мм	Наполнение $h/d$	Скорость $V_{min}$	Уклон $i_{min}$
200	0,60	0,70	0,0046
300	0,60	0,80	0,0033
400	0,70	0,80	0,0021
500	0,75	0,90	0,0020
600	0,75	1,00	0,0019
800	0,75	1,00	0,0013
1000	0,80	1,15	0,0013
1200	0,80	1,15	0,0010
1400	0,80	1,30	0,0010
2000	0,80	1,50	0,0009

Содержащиеся в сточных водах песок и другие минеральные примеси являются абразивными материалами, истирающими стенки трубопроводов в результате транспортирования жидкости. При этом интенсивность истирания пропорциональна скорости потока, движущегося в трубе. Поэтому на основании многолетнего опыта эксплуатации водоотводящих сетей установлены максимально допустимые скорости равные 4 м/с - для неметаллических труб и 8 м/с - для металлических.

В настоящее время для расчета самотечных трубопроводов используют различные таблицы, к числу которых относятся таблицы Лукиных А.А., Лукиных Н.А. и Карелина Я. А.

При проектировании водоотводящих сетей предварительно определяют расход. Уклон трубопровода принимают с учетом уклона поверхности земли и руководствуясь экономическими соображениями (минимальными объемом земляных работ и стоимости строительства). Расчет трубопроводов по описанным таблицам сводится к подбору диаметра трубопровода, обеспечивающего пропуск расхода при наполнении, соответствующем самоочищающей скорости.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определить уклон поверхности земли на заданных расчетных участках (не менее трех), по формуле  $i_{мест} = (Z_n - Z_k) / L$ ;

2. Определить диаметр, уклон, скорость, наполнение трубопровода в соответствии с исходными данными, используя таблицы Лукиных А.А., Лукиных Н.А. для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского.

3. Определить диаметр, уклон, скорость, наполнение трубопровода в соответствии с исходными данными, используя таблицы Карелина Я. А. для гидравлического расчета канализационных сетей из пластмассовых труб круглого сечения.

4. Сравните полученные результаты и объясните отличия.

### **Исходные данные**

1. Генплан города в масштабе.

2. Сеть водоотведения с расчетными участками и расходами на них.

### **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите, как определяют уклон поверхности земли.

2. Объясните, от чего зависит степень наполнения трубопровода.

3. Объясните, зачем выделяют максимально и минимально допустимые расчётные скорости.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НЕСКОЛЬКИХ УЧАСТКОВ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Цель работы:**

- научиться выполнять гидравлический расчет сети водоотведения;
- закрепить навыки работы с нормативно-справочной литературой.

#### **Знания (актуализация):**

- основных условий выполнения гидравлического расчета сети водоотведения;
- правил конструирования сети водоотведения;
- порядка заполнения таблицы гидравлического расчета;
- требований, предъявляемых к материалу труб;

#### **умение:**

- использовать основные условия выполнения гидравлического расчета сети водоотведения;
- применять правила конструирования сети водоотведения;
- пользоваться таблицами для гидравлического расчета канализационных сетей;
- подбирать материал канализационных труб.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

При проектировании водоотводящих сетей предварительно определяют расход. Уклон трубопровода принимают с учетом уклона поверхности земли и руководствуясь экономическими соображениями (минимальными объемом земляных работ и стоимости строительства). Расчет трубопроводов по описанным таблицам сводится к подбору диаметра трубопровода, обеспечивающего пропуск расхода при наполнении, соответствующем самоочищающей скорости.

Материалы, которые используются для изготовления канализационных труб, должны удовлетворять строительным, технологическим и экономическим требованиям. Этим требованиям удовлетворяют керамические, асбестоцементные, железобетонные, чугунные и пластмассовые трубы.

Расчет трубопровода выполняется методом подбора. Вначале задаются диаметром и затем проверяют, пропустит ли трубопровод при уклоне, равном уклону поверхности земли, расчетный расход при регламентируемом наполнении. Если пропускной способности недостаточно, то увеличивают диаметр, если наполнение маленькое, то диаметр уменьшают.

На начальных участках сети при малых расходах (меньше 10-12 л/с) – участок считают «безрасчетным» и диаметр принимают равным минимальному – 200 мм, а уклон, равным уклону поверхности земли, но не менее  $i_{min} = 0,005$ . Параметры работы трубопровода не принимают во внимание.

Проанализируем возможности достижения указанных выше требований при различных условиях рельефа местности.

**Первый случай:** имеем наиболее благоприятные условия проектирования самотечной водоотводящей сети при сильно выраженном рельефе местности, когда уклон местности  $i_{мест} > 0,005$ .

На рис. 10а - уклон поверхности земли больше минимально допустимого уклона проектируемого трубопровода, а начальное заглубление его равно минимальному. В этом случае наиболее целесообразно проектировать трубопровод с уклоном, равным уклону поверхности земли.

В таких благоприятных ситуациях скорость в трубопроводе получается больше минимальной, и с точки зрения эксплуатации такие расчетные участки сети не требуют затрат на прочистку трубопроводов от отложений.

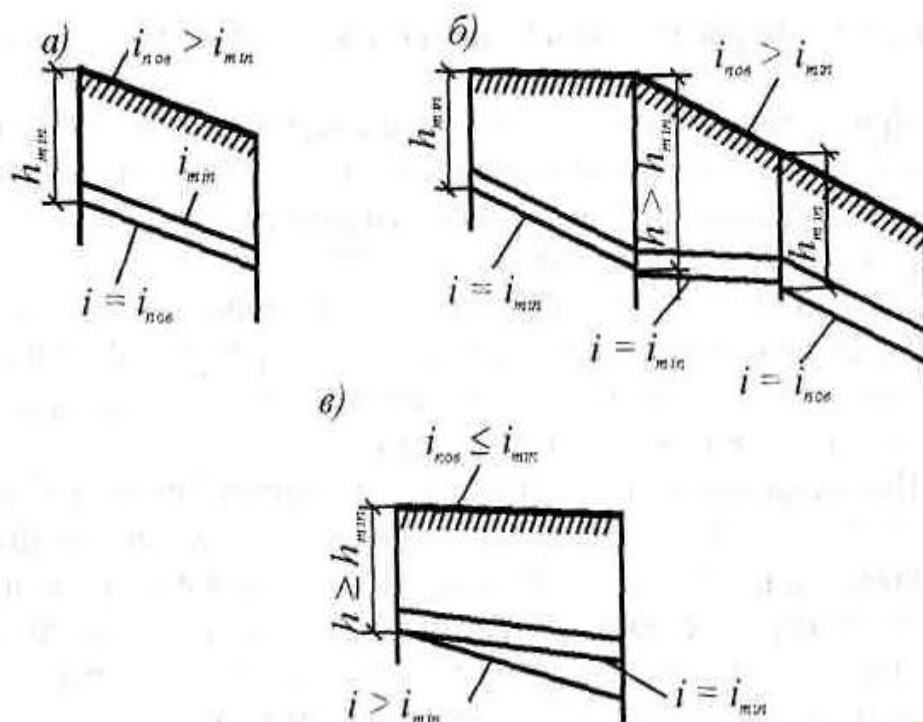


Рисунок 10 - Продольные профили расчетных участков при различных уклонах поверхности земли

**Второй случай:** рельеф более сложный и уклон поверхности земли изменяется с меньшего на больший. На схеме этот случай представлен на втором участке рис. 10б. Для сокращения объема земляных работ (для выглубления сети), целесообразно, в пределах участка с большим уклоном местности выйти на минимальную глубину. Это достигается на самом коротком участке, если уклон трубопровода равен минимальному уклону, или уклону больше минимального, но меньше уклона местности, при этом в конце этого участка сеть выглубляется до  $h = h_{min}$ .

**Третий случай:** наименее благоприятный, когда уклон поверхности земли на расчетном участке меньше допустимого минимального уклона проектируемого трубопровода (рис. 10в). В этом случае целесообразно проектировать трубопровод с уклоном, равным минимальному уклону.

Результаты расчета сводятся в таблицу. Вместе с гидравлическим расчетом составляется продольный профиль сети водоотведения.

## Порядок выполнения работы:

1. Расчет ведем в табличной форме (таблица 15):

Таблица 15 - Гидравлический расчет участка сети водоотведения города

№ участка	Длина участка $L_{уч}$ , м	Расчетный расход $q$ , л/с	Диаметр трубы, $d$ , мм	Уклон		Скорость движения воды $V$ , м/с	Наполнение		Падение напора на участке $h_n$ , м
				местности $i_{мест}$	принятый $i_{пр}$		$h/d$ в долях	$h/d$ , в м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение таблицы 15

Отметки, $Z$ в м						Глубина заложения лотка, м	
земли		воды		лотка			
ВН $Z_{звн}$	ВК $Z_{звк}$	ВН $Z_{ввн}$	ВК $Z_{ввк}$	ВН $Z_{лвн}$	ВК $Z_{лвк}$	ВН $H_o$	ВК $H$
11	12	13	14	15	16	17	18

2. В графу 1 заносим номера расчетных участков по схеме «начало - конец» (например: 1-2, 2-3 и т.д.).

3. В графу 2 записываем длину этого участка в метрах, которую определяем в соответствии с масштабом по генплану.

4. В графу 3 заносим расчетные расходы на этом участке, которые мы определили в практической работе №5.

5. С генплана снимаем высотные отметки земли в начале и конце участка и заносим в графы 11 и 12.

6. В графу 5 заносим уклон поверхности земли на участке, определенный по формуле  $i_{мест} = \frac{Z_n - Z_k}{L_{уч}}$ .

7. Графы 4, 6, 7, 8 заполняем в соответствии с подобранными гидравлическими параметрами ( $d$ ,  $V$ ,  $i_{пр}$ ,  $h/d$ ) по таблицам для гидравлического расчета.

8. В графу 9 заносим, вычисленное наполнение в метрах, по формуле  $h=(h/d)d$ .

9. В графу 10 заносим, вычисленное падение напора на участке, по формуле  $h_n=i_{np} L_{уч}$ .

10. В диктующей точке участка сети определяем начальную глубину заложения (см. практ. зан. № 4) и заносим в графу 17, на последующих участках эта величины переносится из графы 18 предыдущего участка (конец одного участка – это начало другого).

11. Определяем отметку лотка в начале участка, для этого из отметки земли в начале участка отнимаем глубину заложения лотка соответственно в начале  $Z_{лвн}=Z_{звн}-h_{вн}$  и заносим в графу 15.

12. В графу 16 записываем отметку лотка в конце участка, для этого из отметки лотка в начале участка отнимаем падение напора на этом участке.

$$Z_{лвк}=Z_{лвн}-h_n;$$

13. В графы 13 и 14 заносим отметки уровня воды в трубе, для чего к отметке лотка в начале и конце прибавляем наполнение в метрах;

14. Для определения глубины заложения лотка в конце участка необходимо из отметки земли в конце участка вычесть отметку лотка в конце участка  $H=Z_{звк}-Z_{лвк}$ , полученный результат заносим в графу 18.

15. На следующем участке все повторяем в том же порядке.

### ***Исходные данные***

1. Генплан города с сетями водоотведения.
2. Расчетный участок сети водоотведения (с генплана).
3. Суммарные расчетные расходы на расчетных участках сети водоотведения (см. практическую работу № 5);
4. Город в соответствии с вариантом (см. практическую работу № 4);
5. Категория грунта для всех вариантов – супесь.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные условия выполнения гидравлического расчета сети водоотведения.
2. Перечислите правила конструирования сети водоотведения.
3. Расскажите о порядке заполнения таблицы гидравлического расчета.
4. Назовите материал труб, который отвечает всем требованиям.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННОГО КОЛОДЦА ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

#### **Цель работы:**

- научиться производить расчет основных размеров канализационных колодцев;
- приобрести навыки в работе с нормативно-справочной литературой;
- научиться составлять таблицы спецификаций основных элементов колодцев.

#### **Знания (актуализация):**

- основных элементов канализационных колодцев;
- правил пользования нормативно-справочной литературой;
- правил оформления в соответствии с требованиями ГОСТ;

#### **умение:**

- составлять спецификацию колодцев;
- производить расчет;
- вычерчивать в необходимом масштабе.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Для обеспечения доступа к трубопроводам, осмотра и наблюдений за ними, выполнения разнообразных эксплуатационных операций на водоотводящих сетях сооружаются *колодцы*.

Смотровые колодцы состоят из следующих основных элементов:

- основания;
- рабочей камеры;
- горловины;
- люка с крышкой (над горловиной).

В плане колодцы могут быть круглые, прямоугольные и полигональные.

Основание обеспечивает устойчивость сооружения. В его конструкцию входит:

- бетонный набивной лоток, обеспечивающий транспортировку воды через колодец (от трубы к трубе);
- щебеночная или бетонная подготовка;
- бетонная или железобетонная плита.

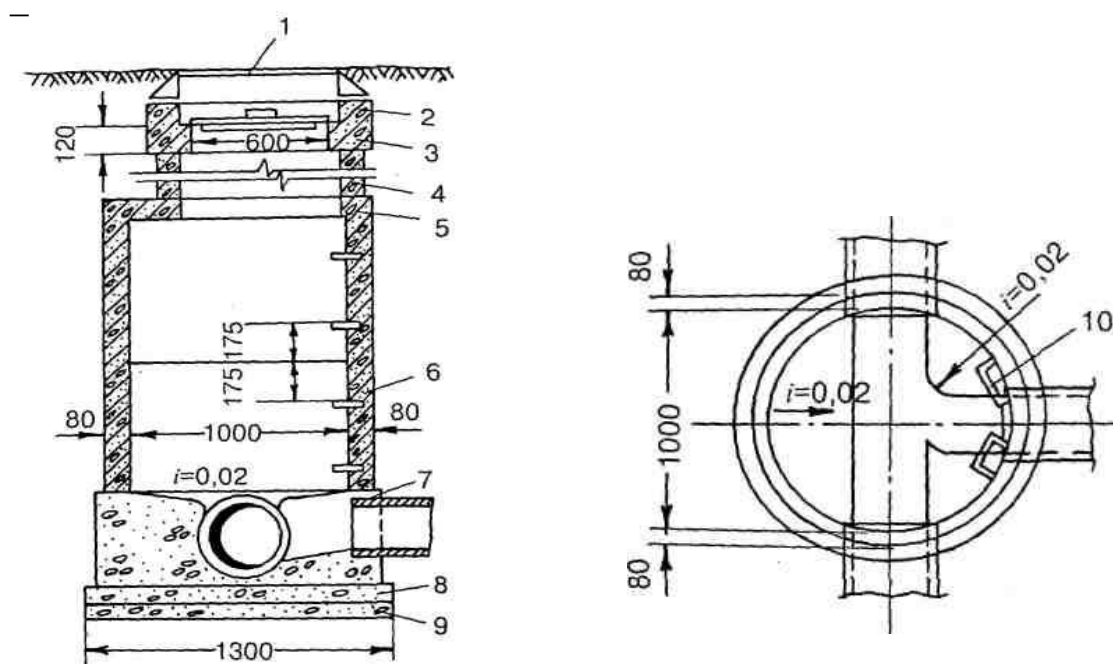


Рисунок 11 - Типовой круглый колодец из стандартных железобетонных колец для уличной сети диаметром 150-600 мм: 1 – круглый люк с крышкой; 2 – регулировочные камни или кирпичная кладка не более четырех рядов; 3 – опорное кольцо; 4 – кольцо диаметром 700 мм и высотой 300-600 мм; 5 – плита перекрытия; 6 – кольцо диаметром 1000 мм; 7 – регулировочные камни или кирпичная кладка; 8 – плита основания; 9 – щебеночная подготовка; 10 – скобы

Лоток в нижней части имеет форму полукруга, а в верхней – вертикальные стенки. Общая высота лотка должна равняться диаметру труб. С двух сторон лотка соединяются полки, имеющие ширину не менее 200 мм и уклон к лотку не менее 0,02. Лотки поворотных колодцев и боковых присоединений выполняют по дугам окружностей с радиусом не менее одного



диаметра (см. рис. 13). Полки лотка смотровых колодцев должны быть расположены на уровне верха трубы большего диаметра.

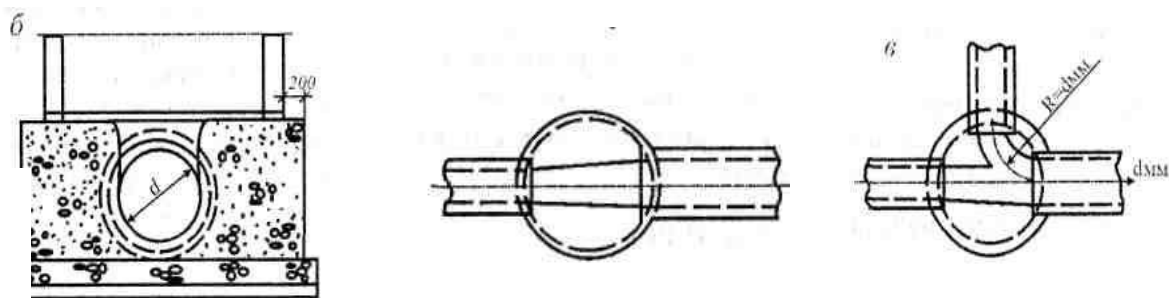


Рисунок 12 - Лотки смотровых колодцев: 1 - сечение линейного лотка;  
2 - план лотка колодца при увеличении диаметра трубопровода;  
3 - план узлового колодца

Горловины колодцев на сетях канализации всех систем надлежит принимать  $D_{\Gamma} = 700$  мм. Целесообразно горловину располагать над входным трубопроводом. На трубопроводах  $d = 600$  мм и более размер горловин следует принимать достаточным для опускания приспособлений для прочистки (шаров или цилиндров).

Рабочие камеры и горловины оборудуют скобами или лестницами для спуска в колодец и подъема из него.

### Порядок выполнения работы:

1. Определить диаметр и высоту рабочей и лотковой частей.
2. Рассчитать высоту горловины.
3. В соответствии с высотой рабочей части, высотой горловины и диаметром проводящей и отводящей труб подобрать по нормативно-справочной литературе основные элементы смотрового колодца и занести в таблицу.
4. Составить таблицу спецификации изделий (приложение Г).
5. Вычертить разрез и план колодца в масштабе в соответствии с требованиями ГОСТ.
6. Оформить отчет.

### ***Исходные данные***

1. Колодец, расположенный на продольном профиле (практическое задание № 7);
2. Результаты гидравлического расчета (практическое задание №6).

### **Контрольные задания:**

1. Назовите основные элементы колодцев.
2. Объясните где и с какой целью устраивают колодцы на сетях.
3. Объясните, чем отличаются смотровые и перепадные колодцы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ СЕТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Цель работы:**

- Приобрести и закрепить навыки в построении продольного профиля сети водоотведения.

#### **Знания (актуализация):**

- правил построения продольного профиля;
- условных обозначений, наносимые на профиль;
- правил оформления в соответствии с требованиями ГОСТ;

#### **умение:**

- строить продольный профиль сети водоотведения

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Проектирование высотной схемы сетей водоотведения заключается в составлении продольного профиля коллектора, в назначении начальных глубин заложения сети, уклонов и отметок в местах сопряжения труб в соединительных колодцах и камерах.

Обычно на профиле к техническому проекту не дают разбивку всех колодцев, а указывают лишь расчетные точки, в которых изменяются расходы, уклоны и диаметры. Разбивку всех колодцев производят при разработке рабочих чертежей.

*Продольный профиль* сети изображают в виде ее развертки по оси трубопровода. Профиль выполняют в масштабах: горизонтальном, равном масштабу плана в 1:5 000 или 1:10 000, и вертикальном, равном 1:50, 1:100 или 1:200.

*Над профилем* указывают:

- надземные сооружения (например, эстакады, насосные станции);

– глубину заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до низа трубопровода – для напорных трубопроводов и до лотка трубопровода - для самотечных;

– номера буровых скважин.

*На профиле указывают:*

– поверхность земли (проектную - тонкой сплошной линией, натурную - тонкой штриховой линией);

– уровень грунтовых вод (УрГВ) - тонкой штрихпунктирной линией;

– пересекаемые автомобильные дороги, железнодорожные и трамвайные пути, кюветы, подземные инженерные сооружения и сети, влияющие на прокладку проектируемых трубопроводов, с указанием их габаритных размеров и высотных отметок;

– данные о грунтах в зависимости от протяженности трубопровода и характера напластования; данные о грунтах приводят либо в отдельных точках (в местах заложения буровых скважин или шурфов), либо по всей трассе трубопровода;

– проектируемый трубопровод, колодцы, дождеприемники, камеры и подземные части зданий и сооружений, связанные с проектируемым трубопроводом;

– футляры на трубопроводах с указанием диаметров, длин и привязок их к оси дорог или проектируемым сетям и сооружениям.

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

Рисунок 13 - Разметка таблицы продольного профиля

### **Порядок выполнения работы:**

1. Построить продольный профиль сети водоотведения по результатам гидравлического расчета (практическое задание № 6).

2. Указать над профилем:

- надземные сооружения;
- глубину заложения трубопроводов от планировочной поверхности земли до лотка трубопровода.

3. Указать на профиле:

- поверхность земли;
- уровень грунтовых вод;
- пересекаемые препятствия с указанием их габаритных размеров и высотных отметок;
- данные о грунтах;
- проектируемый трубопровод, колодцы и сооружения, связанные с проектируемым трубопроводом;
- футляры на трубопроводах с указанием диаметров, длин и привязок их к оси дорог или проектируемым сетям и сооружениям.

4. Вычертить на листе миллиметровой бумаги А3 и оформить в соответствии с требованиями ГОСТ.

5. Составить спецификацию.

6. Оформить отчет

### ***Исходные данные***

1. Генплан города.

2. Результаты гидравлического расчета (практическая работа № 6).

3. Уровень грунтовых вод согласно варианту (практическая работа № 1).

### **Контрольные вопросы:**

1. Объясните, что изображают на продольном профиле сети;

2. Назовите данные, взятые из гидравлического расчета.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

### НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГЛАВНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

#### Цель работы:

- изучить схему насосной станции;
- определить производительность насосов и требуемый напор;
- приобрести навыки в подборе марки насосов.

#### Знания (актуализация):

- назначений и устройства насосных станций;
- методик определения производительности насосов;
- порядка определения требуемого напора (потерь напора во всасывающем и напорном трубопроводах, геометрической высоты нагнетания).

#### умения:

- вычерчивать схемы насосных станций;
- определять производительность насосов и требуемый напор;
- подбирать марки насосов.

### ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

*Высота всасывания насоса* определяет высотное расположение насоса по отношению к отметке уровня воды в приемном резервуаре или источнике, из которого жидкая среда перекачивается насосом, и определяется способностью насоса создавать вакуумметрическое давление во всасывающей полости в условиях жидкостной среды.

*Высота самовсасывания насоса* определяет высоту самовсасывания в подводящем трубопроводе и определяется способностью самовсасывающего насоса создавать вакуумметрическое давление во всасывающей полости в условиях газовой среды.

Различают геометрическую (геодезическую) и вакуумметрическую высоту всасывания.

*Геометрическая высота всасывания насоса  $H_{г.вс}$  (м)* — расстояние по вертикали от свободного уровня поверхности перекачиваемой жидкости в источнике до следующих отметок (в зависимости от типа насоса):

- оси горизонтального центробежного насоса;
- верхней отметки лопасти рабочего колеса горизонтального осевого насоса;
- отметки горизонтальных осей вращения лопастей относительно втулочной части вертикального осевого насоса;
- оси напорного патрубка вертикального центробежного насоса (в ряде случаев  $H_{г.вс}$  определяют по другим отметкам, которые указаны в документации, прилагаемой к насосу).

Если указанные отметки насоса будут расположены выше уровня воды в источнике, то высоту всасывания у насоса считают положительной, если ниже - отрицательной.

*Вакуумметрическая высота всасывания* представляет собой разность атмосферного давления (давления окружающей среды)  $p_a$  и вакуумметрического  $p$ , которое создает насос на входе в рабочее колесо, в метрах столба жидкости:

$$H_{вак} = \frac{p_a - p_1}{\rho g}, \quad (10.1)$$

В паспортах заводов-изготовителей (и в каталогах) указывают вакуумметрическую высоту всасывания, полученную по результатам натурных испытаний и приведенную к атмосферному давлению (0,1 МПа) и температуре 20 °С.

Напор,  $H$ , насосов на канализационных станциях (рис. 14) определяют по формуле

$$H = H_{г.вс} + h_6 + h_n + l, \quad (10.2)$$

где  $H_{г.вс}$  - геометрическая высота подъема воды, равная разности отметок  $Z_{ос}$  и  $Z_p$ ;

$h_в$  - потеря напора во всасывающих трубопроводах при расходах, соответствующих максимальной подаче насосной станции, м;

$h_n$  - потери напора в напорных коммуникациях и в напорных водоводах при расходах, соответствующих максимальной подаче насосной станции, м;

$l$  - запас напора на истечение воды из трубопровода.

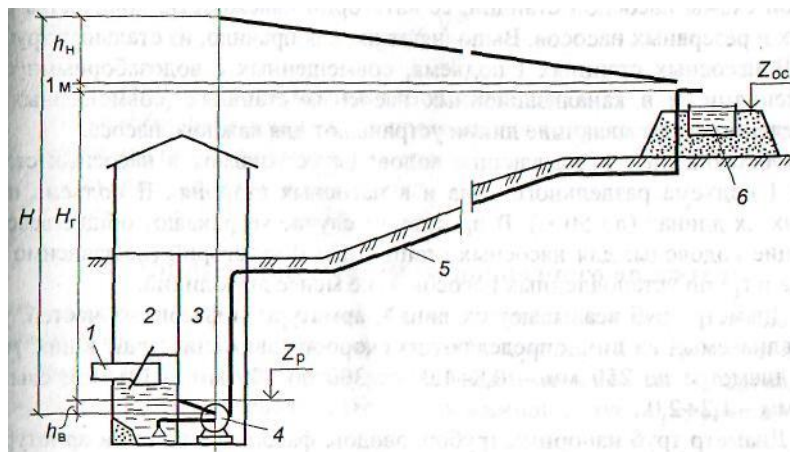


Рисунок 14 - Расчетная схема определения напора канализационной насосной станции: 1 - подводящий коллектор; 2 - приемный резервуар; 3 - машинный зал; 4 - насосный агрегат; 5 - напорные водоводы; 6 - приемная камера очистных сооружений

Выбор типоразмеров насосов. По вычисленным значениям  $Q$  и  $H$  насосов с помощью сводных полей  $Q - H$  для соответствующих типов насосов. Подбирают их типоразмеры.

На канализационных насосных станциях устанавливают насосы типов СД и СДВ. В последнее время на канализационных насосных станциях используют погружные насосы, что позволяет уменьшить строительные объемы станций и улучшить условия эксплуатации.

#### *Порядок подбора насосов для сети*

Основными исходными данными для подбора насосов являются:

- требуемая подача  $Q$  (объемная,  $м^3 /с$ ; массовая,  $кг/с$ );
- требуемый напор  $H$ , м.



Кроме того, учитывается, чтобы выбранный насос и приводной двигатель имели минимальную стоимость и работали с максимальным КПД.

Подобрать насос на заданную систему (сеть, трубопровод) значит обеспечить выполнение следующих условий:

1. Подача выбранного насоса  $Q_H$  должна соответствовать расходу жидкости в системе  $Q_c$ , т. е.  $Q_H = Q_c = Q$ .

2. Напор насоса должен соответствовать требуемому напору в сети  $H_c$  при заданном подаче  $Q_c$ , т. е.  $H_H = H_c = H$ .

3. Насос должен работать с КПД, установленным ГОСТ.

Для решения задачи подбора насоса для заданных условий работы необходимо располагать не только характеристиками насоса, но и характеристикой системы (сети, трубопровода).

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить устройство канализационной насосной станции.
2. Вычертить схему насосной станции.
3. Определить производительность насосов.
4. Определить требуемый напор (потерь напора во всасывающем и напорном трубопроводах, геометрической высоты нагнетания).
5. Подобрать марку насосов по  $Q - H$ .
6. Оформить отчет.

#### **Исходные данные**

1. Генплан города.
2. Результаты гидравлического расчета (практическое задание №6).
3. Продольный профиль сети.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Объясните назначение и устройство канализационных насосных станций (КНС);
2. Расскажите, как определяется геометрическая высота нагнетания.
3. Назовите типы насосов устраиваемых на КНС.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СМЕСИ БЫТОВЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

#### **Цель работы:**

- закрепить теоретические знания о составе бытовых сточных вод по загрязняющим веществам;
- научиться определять концентрации загрязняющих веществ, пользуясь справочно-нормативной литературой;
- приобрести навыки в расчете концентрации загрязняющих веществ смеси бытовых и производственных сточных вод.

#### **Знания (актуализация):**

- состава загрязняющих веществ в бытовых сточных водах;
- методик определения концентрации загрязняющих веществ, исходя из удельного водоотведения;
- порядка определения концентрации загрязняющих веществ смеси бытовых и производственных сточных вод;

#### **умения:**

- определять концентрацию загрязняющих веществ в бытовых сточных водах, пользуясь справочно-нормативной литературой;
- определять концентрацию загрязняющих веществ смеси бытовых и производственных сточных вод.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Наиболее часто применяемая в нашей стране полная раздельная система водоотведения предполагают совместную очистку бытовых и производственных сточных вод. Для расчета концентрации загрязнений смеси этих вод и необходимой степени очистки необходимо знать среднесуточные расходы.

Расчётная среднесуточная производительность ОСК определяется в зависимости от суммарного расхода бытовых и производственных сточных вод:

$$Q_{расч} = Q_{быт} + Q_{пр}, \quad (11.1)$$

Среднесуточный расход бытовых сточных вод ( $Q_{быт}$ ) вычисляется как произведение расчётного числа жителей ( $N_p$ ) на норму водоотведения ( $q_n$ ), принимаемую для канализованных районов города равной норме водопотребления.

Среднесуточный расход производственных сточных вод определяется на основе технологических данных по конкретному предприятию либо по справочным данным для предприятия-аналога.

Для расчета большинства сооружений очистки необходимо знать максимальный секундный расход. Наиболее точное его определение возможно по суммарному почасовому графику притока бытовых и производственных сточных вод как при подаче насосами, так и при самотечном поступлении. При отсутствии таких данных допускается вычислять максимальный секундный расход как произведение среднесекундного на общий коэффициент неравномерности.

Определение необходимой степени очистки и расчёт очистных сооружений канализации производится по основным показателям загрязнений, которыми являются количество взвешенных веществ и сумма органических загрязнений, выраженных **БПК<sub>полн</sub>**. Кроме того для определения возможности осуществления биологической очистки определяется содержание в поступающих на ОСК сточных водах биогенных элементов. В соответствии с п. 6.2. [4] на каждые 100 мг/л **БПК<sub>полн</sub>** должно приходиться не менее 5 мг/л азота (**N**) и 1 мг/л фосфора (**P**).

Концентрация загрязнений бытовых сточных вод в мг/л по нормируемому СНИП количеству взвешенных веществ и БПК вычисляется по формуле:

$$C_a = \frac{a \cdot 1000}{q_b}, \quad (11.2)$$

Поскольку бытовые сточные воды поступают на очистные сооружения вместе с производственными, то по расходам бытовых и производственных сточных вод и по концентрации загрязнений в них можно определить концентрацию загрязнений общего стока по формуле:

$$C_{с.м} = \frac{P_{быт} \cdot Q_{быт} + \sum P_{пр} \cdot Q_{пр}}{Q_{быт} + \sum Q_{пр}}, \quad (11.3)$$

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определить концентрацию загрязняющих веществ по основным загрязнениям в бытовых сточных водах, пользуясь данными [4], исходя из удельной нормы водоотведения  $q_b$  на одного человека.

2. Определить концентрацию взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на городские очистные сооружения от жилой застройки и от предприятия.

3. Определить концентрацию  $БПК_{полн}$  в сточных водах, поступающих на городские очистные сооружения от жилой застройки и от предприятия.

4. Оформить отчет.

### **Исходные данные**

1. Норма водоотведения на одного жителя и расход бытовых сточных вод, поступающих от жилой застройки, берем из практического занятия №1.

2. Расходы производственных сточных вод, поступающих в городскую водоотводящую сеть, берем из практического занятия №2.

3. Концентрацию загрязнений в производственных сточных водах по взвешенным веществам и по  $БПК_{полн}$ , мг/л, берем из таблицы 10 (практическое занятие №2) в соответствии с вариантом.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите состав и свойства сточных вод.

2. Перечислите характерные загрязнения для всех категорий сточных вод.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

#### ***Цель работы:***

- освоить расчет предельно-допустимых концентраций;
- освоить порядок расчета необходимой степени очистки, сбрасываемых в водоем очищенных сточных вод;
- научиться выбирать метод очистки сточных вод в соответствии с необходимой степенью очистки.

#### **Знания (актуализация):**

- расчет предельно-допустимых концентраций;
- методику расчета необходимой степени очистки, сбрасываемых в водоем очищенных сточных вод по взвешенным веществам, по БПК и растворенному кислороду;
- правила выбора метода очистки сточных вод;

#### **умение:**

- выполнять расчет необходимой степени очистки сточных вод сбрасываемых в водоем;
- подбирать метод очистки.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Общие условия выпуска сточных вод в поверхностные водоемы определяются народнохозяйственной значимостью этих водоемов, характером водопользования и их самоочищающей способностью и регулируются «Санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения».

Для определения необходимой степени очистки по основным показателям необходимо знать значение коэффициента смешения сточных вод

с водой водоёма, куда будут сбрасываться очищенные сточные воды. При спуске сточных вод в проточные водоемы коэффициент смешения определяется по полуэмпирической зависимости

$$a = \frac{1 - e^{-x\sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-x\sqrt[3]{L}}}, \quad (12.1)$$

где  $Q$  – расход воды (при 95%-й обеспеченности) в створе реки у места выпуска, м<sup>3</sup>/с;

$q$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/с;

$L$  – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа по течению (фарватеру) реки, м, определяемое как расстояние до ближайшего пункта водопользования ( $L_{\phi}$ ), уменьшенное на 1 км;

$x$  – коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешения;

$$x = \xi \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}, \quad (12.2)$$

где  $\xi$  – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоём (при самотечном выпуске у берега  $\xi = 1$ , при выпуске в фарватере реки  $\xi = 1,5$ );

$\varphi$  – коэффициент извилистости реки, равный отношению расстояния от места выпуска до расчетного створа по фарватеру ( $L$ ) к расстоянию между этими же пунктами по прямой ( $L_{np}$ );

$E$  – коэффициент турбулентной диффузии, определяемый для равнинных рек по формуле

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}, \quad (12.3)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость течения при минимальном расходе, м/с;

$H_{cp}$  – средняя глубина водоёма на участке между выпуском сточных вод и расчетным створом, м;

Степень очистки сбрасываемых в водоем сточных вод определяется по количеству взвешенных веществ, допустимой величине БПК и количеству растворенного в водоеме кислорода.

Связь между санитарными требованиями к условиям выпуска сточных вод в водоемы и необходимой степенью очистки сточных вод перед спуском их в водоем в общем виде выражается неравенством

$$C_{ex}q + C_r\gamma qp \leq (\gamma qp + q) C_N, \quad (12.4)$$

где  $C_{ex}$  – концентрация загрязнения сточных вод после очистки, мг/л;

$C_r$  – концентрация загрязнения в воде водоема выше выпуска, мг/л;

$C_N$  – предельно допустимая концентрация загрязнений в воде водоема, мг/л;

$q$  – расход сточных вод, сбрасываемых в водоем, м<sup>3</sup>/с.

Допустимая концентрация взвешенных веществ в сбрасываемых сточных водах определяется по формуле

$$C_{ex} = p \cdot \left( \frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_r, \quad (12.5)$$

где  $p$  – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в воде водоёма после сброса сточных вод, определяемое в зависимости от категории водопользования (приложение В), г/м<sup>3</sup>;

$C_r$  – содержание взвешенных веществ в водоеме до выпуска: сточных вод, г/м<sup>3</sup>.

Степень необходимой очистки по взвешенным веществам,  $\mathfrak{A}$ , %, определяется по формуле:

$$\mathfrak{A} = \frac{(C_{cm} - C_{ex}) \cdot 100\%}{C_{cm}}, \quad (12.6)$$

Допустимая БПК сточных вод, подлежащих сбросу в водоём, рассчитывается на основании баланса биохимической потребности в кислороде смеси речной воды и сточных вод в расчетном створе по формуле

$$L_{cm} = \frac{a \cdot Q}{q \cdot 10^{-k_{cm} \cdot t}} \times (L_N - L_r \cdot 10^{-k_r \cdot t}) + \frac{L_N}{10^{-k_{cm} \cdot t}}, \quad (12.7)$$

где  $k_{cm}$  и  $k_r$  – константы скорости биохимического потребления кислорода сточной и речной водой соответственно;

$L_N$  – предельно допустимое значение  $BPK_{полн}$  смеси речной и сточной воды в расчетном створе, мг/л;

$L_r$  –  $BPK_{полн}$  воды в водоёме до места выпуска сточных вод, мг/л;

$t$  – продолжительность перемещения в сутках от места выпуска до расчетного створа определяется по формуле:

$$t = L / V_{cp}, \quad (12.8)$$

Необходимая степень очистки по  $BPK_{полн}$ , %, определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{La - Lex}{La} \cdot 100\%, \quad (12.9)$$

Допустимая нагрузка сточных вод на водный объект по содержанию в нем растворенного кислорода определяется по следующей формуле

$$L_{O_2} = \frac{2,5a \cdot Q}{q} (L_r^{O_2} - 0,4L_N^{O_2} - 4) - 10, \quad (12.10)$$

где  $L_r^{O_2}$  – содержание растворённого кислорода в воде водоёма до выпуска сточных вод;

$L_N^{O_2}$  – минимальное допустимое содержание растворённого кислорода в воде водоёма.

Таблица 16 - Константа скорости потребления кислорода сточными водами,  $K_{cm}$

t, °C	0	5	9	12	15	18	20	22	24	26	28	30
$K_{cm}$	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15

Таблица 17 - Константа аэрации,  $K_r$

Характеристика водоема	$K_r$
Река с малой скоростью течения < 0,5 м/с	0,2...0,25
Река скоростью течения > 0,5 м/с	0,3...0,50
Малая река с большой скоростью течения	0,5...0,80



### *Выбор схемы очистки сточных вод*

Требуемая степень очистки определяет метод и тип очистных сооружений. Если требуемая степень очистки по взвешенным веществам более 50 %, а снижение БПК находится в пределах 80 %, то назначается частичная биологическая очистка (механическая очистка и последующая доочистка на сооружениях частичной биохимической очистки). При необходимости снижения БПК более чем на 80 % применяется полная биологическая очистка.

В настоящее время, исходя из современных санитарных норм защиты водоёмов от загрязнений, практически всегда принимается полная биологическая очистка, с доведением  $BPK_n$  очищенных сточных вод до 10...15 мг/л.

Выбор типа очистных сооружений и схемы очистки производится на основе анализа местных условий: производительности станции, наличия достаточной площадки земельного участка, климатических, грунтовых и почвенных условий, рельефа местности, обеспеченности электроэнергией, наличия местных материалов и др.

Обработка городских сточных вод, представляющих собой смесь бытовых и промышленных сточных вод, производится обычно в такой последовательности: механическая очистка на решетках, в песколовках и первичных отстойниках; биологическая очистка на аэротенках или в биофильтрах и вторичных отстойниках; обеззараживание и выпуск в водоем либо повторное использование в промышленности или сельском хозяйстве. Обработка осадков может производиться в метантенках с последующим механическим обезвоживанием и термической сушкой либо высушиванием на иловых площадках.

В табл. 18 приведены рекомендации для выбора типа сооружений по очистке городских сточных вод в зависимости от их расхода.

Таблица 18 - Данные для выбора типа сооружений по очистке сточных вод

Наименование сооружений	Среднесуточный расход сточных вод, м³/сут						
	до 50	до 300	до 500	до 10 000	до 30 000	до 50 000	более 50 000
<i>При механической очистке</i>							
Решетки	+	+	+	+	+	+	+
Песколовки:							
– вертикальные	–	–	+	+	+	–	–
– горизонтальные	–	–	+	+	+	+	+
–с круговым движением воды	–	–	–	–	–	+	+
Отстойники:							
– двухъярусные	+	+	+	+	–	–	–
– вертикальные	–	–	–	X	X	X	–
– горизонтальные	–	–	–	–	+	+	+
– радиальные	–	–	–	X	+	+	+
Метантенки	–	–	–	+	+	+	+
Иловые площадки	+	+	+	+	+	+	+
Вакуум-фильтры	–	–	–	–	–	+	+
Хлораторные установки	+	+	+	+	+	+	+
<i>При биологической очистке</i>							
Поля орошения	+	+	+	+	+	+	–
Поля фильтрации	+	+	+	+	+	+	–
Биологические пруды	+	–	+	–	–	–	–
Биофильтры	+	+	+	X	–	–	–
Аэротенки	–	–	–	X	+	+	+
Илоуплотнители	–	–	–	+	+	+	+

\* Условные обозначения: + рекомендуется; X применяются при соответствующем обосновании; – не рекомендуется.

### Порядок выполнения работы:

1. Определить коэффициент смешения.
2. Определить необходимую степень очистки сточных вод.
3. Выбрать схему очистки сточных вод.
4. Оформить отчет.

### Исходные данные

1. Расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения и концентрацию загрязнений в них берем из практического занятия №11.

2. Данные по водоему-приемнику сточных вод из таблицы 19 в соответствии с вариантом.

Таблица 19 - Исходные данные по водоему

Наименование данных	Вариант задания									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Категория Водоёма	I	I	II	II	II	I	II	I	II	I
Минимальный расход водоема при 95% обеспеченности, м <sup>3</sup> /с	8,2	8,8	9,3	10,0	9,5	9,0	10,6	8,5	12,7	13,6
Средняя скорость течения при минимальном расходе, м/с	0,3	0,34	0,38	0,4	0,46	0,56	0,38	0,47	0,5	0,25
Средняя глубина реки, м	2,1	1,5	2,0	1,2	2,5	2,8	1,8	3,0	1,5	2,3
Концентрация растворенного кислорода в воде водоема, мг/л	7,1	7,2	6,9	7,5	7,3	7,1	7,4	6,8	7,0	6,9
Количество взвешенных веществ в воде водоема, мг/л	12,2	11,0	9,0	13,0	8,7	12,0	13,5	12,0	10,8	14,0
<i>БПК<sub>полн</sub></i> в воде водоема, мг/л	2,5	2,6	2,8	3,0	2,7	2,1	2,9	2,2	3,5	2,3
Водоиспользование водоема ниже выпуска сточных вод, км	17,0	18,0	19,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
Средняя температура воды в реке летом, °С	16	17	15	12	17	16	19	18	17	20
Место выпуска очищенных сточных вод в водоем	Береговой	Русловой	Береговой	Русловой	Береговой	Русловой	Береговой	Русловой	Береговой	Русловой
Коэффициент извилистости русла	1,0	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1

**Контрольные задания:**

1. Назовите состав и свойства сточных вод.
2. Перечислите характерные загрязнения для всех категорий сточных вод.
3. Объясните зависимость нормы водоотведения и концентрации загрязнений в бытовых сточных водах.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ПОДБОР ТИПОВОЙ РЕШЕТКИ ПО РАСЧЕТНЫМ ПАРАМЕТРАМ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ЗАДЕРЖИВАЕМЫХ НА РЕШЕТКАХ**

#### **Цель работы:**

- закрепить теоретические знания о показателях сооружений механической очистки;
- освоить методику выполнения расчетов, используя нормативно-справочную литературу;
- научиться подбирать по типовым проектам требуемые сооружения механической очистки;
- научиться вычерчивать схемы сооружений.

#### **Знания (актуализация):**

- основных показателей сооружений механической очистки;
- методики выполнения расчетов;

#### **умения:**

- подбирать по типовым проектам требуемые сооружения механической очистки сточных вод (решетки, песколовки, отстойники);
- вычерчивать схемы сооружений.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

На очистных сооружениях следует предусматривать решетки со стержнями прямоугольной формы с прозорами не более 16 мм или решетки-дробилки.

Тип решеток определяется в зависимости от производительности очистной станции и количества отбросов, снимаемых с решеток. При количестве отбросов более 0,1 м<sup>3</sup>/сут предусматривается механизированная очистка решеток, при меньшем количестве отбросов – ручная. При малой и средней производительности очистной станции применяют решетки-дробилки.

При расчете решеток определяют их размеры и потери напора, возникающие при прохождении через них сточных вод.

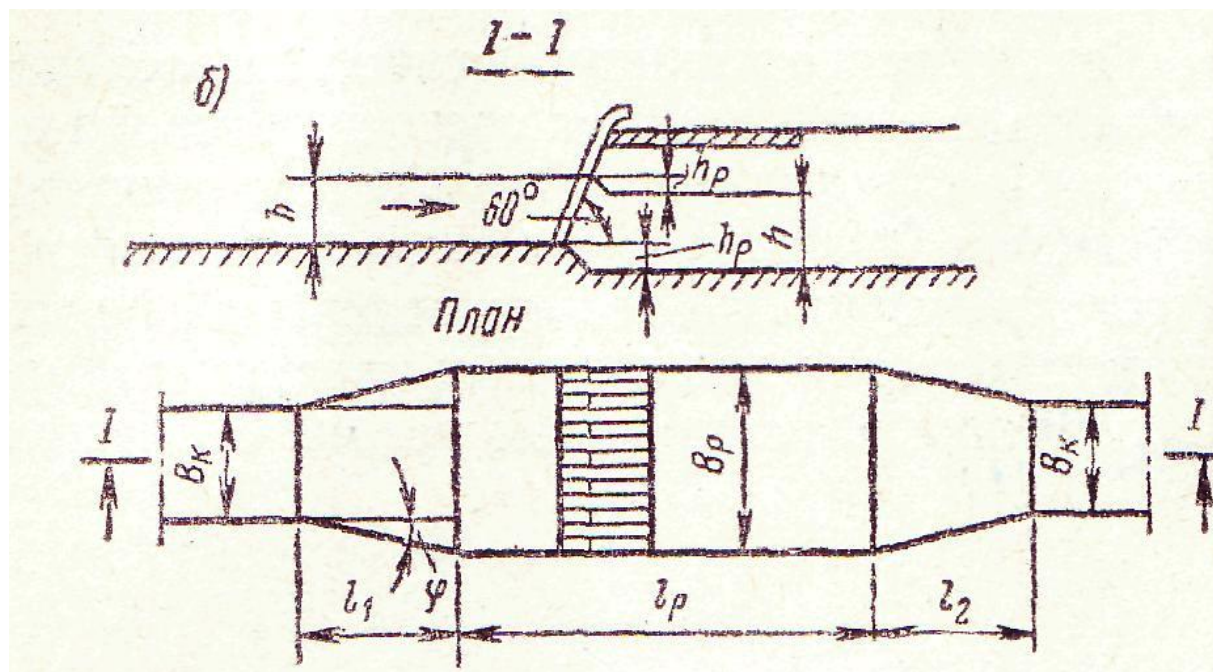


Рисунок 15 – Схема установки решетки

Размеры решёток определяются по расходу сточных вод, по принятой ширине прозоров между стержнями решётки и ширине стержней, а также по средней скорости прохождения воды через решётку.

Скорость движения сточных вод в прозорах решёток при максимальном притоке надлежит принимать: для механизированных решёток – 0,8...1 м/с; для решёток-дробилок – 1,2 м/с.

Расчёт решёток начинается с подбора живого сечения подводящего канала перед камерой решетки. Каналы и лотки должны рассчитываться на максимальный секундный расход  $q_{\max,с}$  с коэффициентом 1,4 [4]. Скорость движения сточной жидкости в канале должна быть не менее 0,7 м/с и не более 1,2...1,4 м/с.

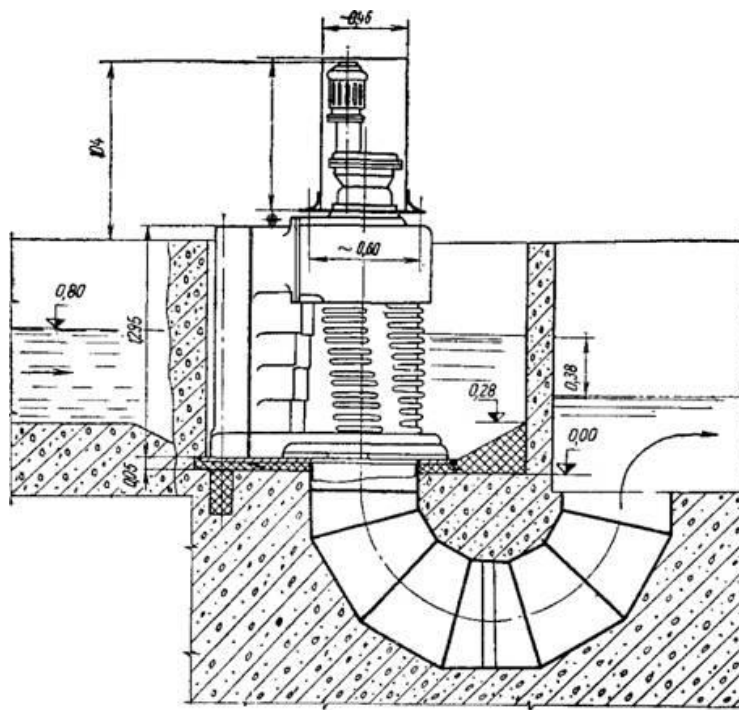


Рисунок 16 – Решетка-дробилка

Отбросы с решёток влажностью 80 %, плотностью –  $750 \text{ кг/м}^3$  собираются в контейнер и вывозятся на свалку, либо в здании решёток устанавливаются дробилки молоткового типа Д-3, Д-3а, производительностью  $0,3 \dots 1,0 \text{ т/ч}$ . Работа дробилок периодическая. Дроблёные отходы смываются потоком воды из технического водопровода в канал сточной воды перед решётками или перекачиваются в метантенки. Расход воды, подаваемой к дробилкам, принимается из расчёта  $40 \text{ м}^3$  на 1 т отбросов.

### Порядок выполнения работы:

1. Рассчитать, используя нормативно-справочную литературу, основные параметры решетки: общую ширину решетки ( $B_{\text{общ.р}}$ ), число прозоров в решетке ( $n$ ), допустимую гидравлическую нагрузку  $q_{(I)\text{max}}$  (рис. 15);
2. Пользуясь типовыми проектами и справочниками, выбрать, требуемый тип сооружения;
3. Проверить максимальную скорость движения стоков через прозоры, в соответствии с выполненными расчетами;

4. Выполнить проверку величины скорости течения воды в камере перед решеткой при минимальном притоке сточных вод;
5. Определить потери напора  $h_p$ ;
6. Определить количество снимаемых отбросов с решеток,  $\text{м}^3/\text{сут}$  загрязнений;
7. Вес, снимаемых с решеток отбросов,  $\text{кг}/\text{сут}$ ;
8. Вычертить схему решетки;
9. Оформить отчет.

### ***Исходные данные***

1. Все необходимые данные берутся из предыдущих практических занятий (производительность ОСК, норма водоотведения на одного жителя, количество жителей);
2. Глубина воды в камере решетки  $h = 0,5 - 2,0$  м;
3. Средняя скорость воды между стержнями решетки  $V_p = 0,7 - 1,0$  м/с ( $\text{max } V_p = 1,0$  м/с);
4. Средняя скорость движения воды в канале перед решеткой  $V_I = 0,7 - 0,8$  м/с ( $\text{min } V_I = 0,6$  м/с);
5. Ширина прозоров между стержнями  $b = 16$  мм;
6. Толщина стержня решетки  $S = 8 - 10$  мм.

### **Контрольные задания:**

1. Опишите назначение решеток.
2. Дайте объяснение, для чего определяют потери напора в решетках.
3. Объясните, почему назначают максимальную скорость потока через решетку при максимальном притоке 1 м/с.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 14**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ПОДБОР ПЕСКОЛОВОК ПО РАСЧЕТНЫМ ПАРАМЕТРАМ. РАСЧЕТ ПЕСКОВЫХ ПЛОЩАДОК**

#### **Цель работы:**

- закрепить теоретические знания о показателях сооружений механической очистки;
- освоить методику выполнения расчетов, используя нормативно-справочную литературу;
- научиться подбирать по типовым проектам требуемые сооружения механической очистки;
- научиться вычерчивать схемы сооружений.

#### **Знания (актуализация):**

- методики выполнения расчетов;

#### **умения:**

- подбирать по типовым проектам требуемые сооружения механической очистки сточных вод (песколовки);
- вычерчивать схемы сооружений.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Песколовки предназначены для выделения из воды наиболее тяжелых загрязнений минерального происхождения, являющихся балластом для сооружений последующей биологической очистки и сооружений по обработке осадков, приводящих к абразивному износу трубопроводов и оборудования.

Песколовки предусматривают на станциях с производительностью более 100 м<sup>3</sup>/сут, как правило, их размещают после решёток. Выбор типа песколовки зависит от конкретных местных условий, производительности станции, схемы очистки сточных вод и обработки осадков.

Для станций производительностью до 10 000 м<sup>3</sup>/сут рекомендуется применять тангенциальные и вертикальные песколовки, для станций производительностью свыше 10 000 м<sup>3</sup>/сут – горизонтальные, а свыше 20 000 м<sup>3</sup>/сут – аэрируемые. Наиболее часто применяются горизонтальные песколовки.

Расчёт песколовок сводится к определению их размеров в зависимости от гидравлической крупности песка и принятого типа сооружений и производится по максимальному расходу сточных вод [4]. Число песколовок или отделений принимается не менее двух, причём все рабочие. При механизированном сгребании осадка предусматривается резервная песколовка.

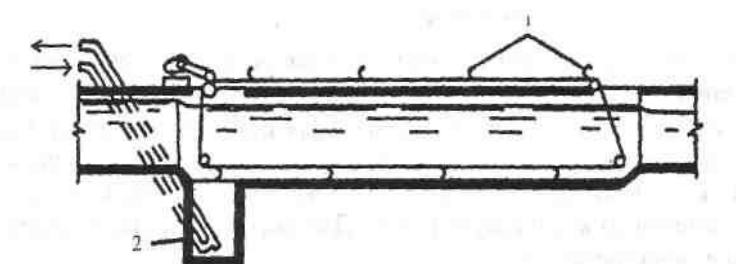


Рисунок 17 – Схема горизонтальной песколовки (продольный разрез):

1- цепной скребковый механизм; 2 - гидроэлеватор

Удаление задерживаемого песка из песколовок всех типов допускается предусматривать вручную при его объёме до 0,1 м<sup>3</sup>/сут. При большем объёме удаление песка из песколовок должно быть механизировано. Наиболее надёжным и распространённым способом является удаление с помощью гидроэлеваторов. Подача воды к гидроэлеваторам производится насосами, которые могут быть установлены в здании решёток.

Песок удаляется из песколовок с большим объёмом воды и поэтому его необходимо обезвоживать. Для этого устраивают бункеры, песковые площадки или накопители песка (см. п. 3.11 [4]).

Для задержания загрязнений минерального происхождения (песок) принимаем горизонтальную песколовку с прямым движением воды.

Длина песколовки,  $L$ , м, определяется в соответствии с [9] по формуле:

$$L = \frac{R \cdot 1000 \cdot H_p \cdot V}{U_o}, \quad (14.1)$$

где  $R$  – коэффициент, принимаемый 1,7, таблица 27 [9];

$U_o$  – гидравлическая крупность песка, принимаемая 18,7 мм/с, таблица 27 [9];

$V$  – скорость движения сточных вод принимаемая 0,3 м/с, таблица 28 [9];

$H_p$  – расчетная глубина песколовки, принимаемая 0,5, таблица 28 [9];

Необходимая площадь поверхности песколовки,  $F$ ,  $m^2$ , определяем в соответствии с [6] по формуле:

$$F = \frac{q_{\max.c}}{U_o}, \quad (14.2)$$

Общую ширину песколовки,  $B$ ,  $m$ , определяем по формуле:

$$B = \frac{F}{L}, \quad (14.3)$$

Объем песка улавливаемого в сутки,  $W_{oc}$ ,  $m^3/сут$  [п.6.31,9] определяем по формуле:

$$W_{oc} = \frac{N \cdot 0,02 \cdot t}{1000}, \quad (14.4)$$

где  $t$  – число суток между двумя чистками (не более 2 суток);

0,02 – количество песка, задерживаемого в песколовках, приходящееся на одного жителя [п.6.31,9].

Масса осадка,  $M$ , тонн определяем по формуле:

$$M = W_{oc} \cdot m, \quad (14.5)$$

где  $m$  – плотность,  $t/m^3$  [9]

Объем камер для песка не более двухсуточного объема выпадающего осадка.

Для подсушивания (обезвоживания) песка, поступающего из песколовки, предусматривают песковые площадки, которые рассчитывают в соответствии с требованиями норм [9] при годичном нагружении – 3 м на 1  $m^2$  площадок.

Годовое количество песка, которое будет поступать на песковые

площадки с учетом разбавления его водой (песчаная пульпа  $P$ ) в пределах 1:10-1:20:

$$W_{год} = W_{ос} \cdot 365 \cdot P, \quad (14.6)$$

Полезная площадь песковых карт,  $m^2$ , определяем по формуле:

$$F_{n.n} = \frac{W_{год}}{3}, \quad (14.7)$$

Необходимое количество песковых карт всегда четное и должно быть равно ( $n_{н.карт} \geq 4$  шт):

$$n_{н.карт} = \frac{F_{n.n}}{f}, \quad (14.8)$$

где  $f$  – площадь одной песковой карты,  $m^2$

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определить основные показатели песколовки, используя нормативно-справочную литературу.
2. В соответствии с выполненными расчетами выбрать требуемый тип песколовки.
3. Определить количество песка, выпавшего в песколовке.
4. Определить необходимые размеры и количество песковых площадок.
5. Вычертить схему песколовки.
6. Оформить отчет.

### **Исходные данные**

1. Все необходимые данные берутся из предыдущих практических занятий (производительность ОСК, норма водоотведения на одного жителя, количество жителей).
2. Глубина проточной части  $h_1$  задается 0,30-6,0 м;
3. Средняя скорость движения воды в песколовке  $V_p=0,15-0,3$  м/с;
4. Крупность задерживаемого песка составляет:

- для четных вариантов  $d = 0,2 \text{ мм}$ ;
- для нечетных вариантов  $d = 0,25 \text{ мм}$ .

**Контрольные задания:**

1. Объясните, для удаления каких загрязнений предназначены песколовки.
2. Объясните, необходимость ограничения минимальной и максимальной скорости движения потока в песколовках.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: КОМПОНОВКА СООРУЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ**

#### **Цель работы:**

- научиться составлять паспорта очистных сооружений;
- научиться составлять технологические схемы очистки сточных вод и обработки осадка.

#### **Знания (актуализация):**

- основы проектирования станции очистки городских стоков;
- алгоритм составления паспортов очистных сооружений водоотведения;

#### **умение:**

- составлять паспорта очистных сооружений;
- выполнять схемы технологических процессов очистки сточных вод.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Размещение (компоновка) очистных сооружений в плане зависит от состава сооружений, входящих в очистную станцию, и рельефа площадки (рис. 19). Площадку под очистные сооружения выбирают с учетом планировки и застройки населенного пункта ниже по течению реки, куда будет выпускаться очищенная сточная вода. Рельеф площадки должен иметь уклон к реке, обеспечивающий самотечное движение сточных вод по сооружениям.

Площадку выбирают в благоприятных геологических и гидрогеологических условиях, обязательно с подветренной стороны от населенного места; при этом учитывают санитарно - защитные зоны (разрывы) и перспективы развития населенного места. Ширина санитарно - защитной зоны зависит от места очистки сточных вод и производительности очистной станции.

При проектировании площадки очистных сооружений следует обращать особое внимание на равномерное распределение сточных вод между сооружениями, предусматривать устройства для выключения их, опорожнения, промывки, очистки и ремонта, а также для самотечного аварийного выпуска сточных вод.

При компоновке очистных канализационных сооружений в плане и по высоте необходимо добиваться максимально возможного блокирования объектов с целью сокращения площади земельного участка, отводимого под очистные сооружения.

Сооружения размещают, учитывая очередность строительства очистной станции и возможности наращивания ее мощности в перспективе, компоновка сооружений должна обеспечивать доступ к ним при обслуживании и ремонте, а также минимальную протяженность коммуникаций – лотков, каналов, трубопроводов и др.

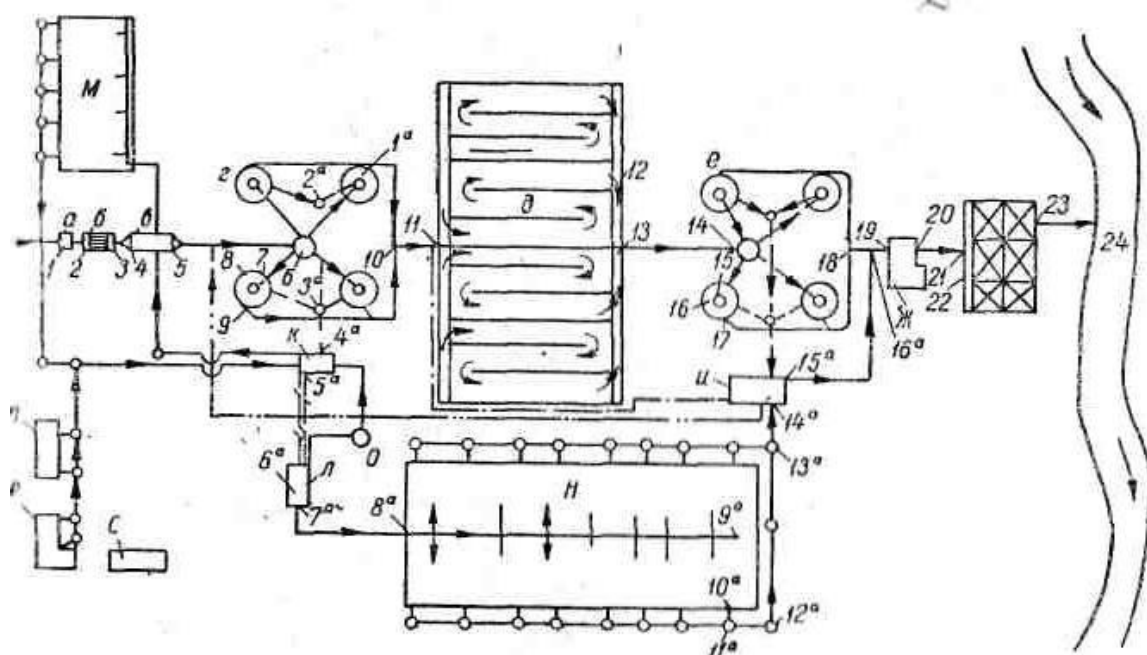


Рисунок 18 - Схема компоновки очистных сооружений в плане: а – приемная камера; б – решетка с дробилками; в – песколовки; г – первичные радиальные отстойники; д – аэротенки; е – вторичные радиальные отстойники; ж – хлораторная, контактные резервуары; и – компрессорная и станция перекачки ила и дренажных вод; к – блок котельной и станции перекачки ила и пескопульпы; л – метантенки; м – песковые площадки; н – иловые площадки; о – газгольдеры; п – помещение для дежурных смен;

р – контора и лаборатория; с – склады; 1,2,3,4 и т.д. – точки построения профиля по сточной жидкости; 1<sup>а</sup>,3<sup>а</sup>,4<sup>а</sup> и т.д. – то же, по илу

Сооружения располагаются по естественному уклону местности. Взаимное их высотное расположение устанавливается с учетом расчетных потерь напора в сооружениях, соединительных коммуникациях и измерительных устройствах.

Таблица 20 – Потери напора на очистных сооружениях

№ пп	Наименование сооружений	Потери напора, см
1.	Приемная успокоительная камера	5-10
2.	Решетки	5-20
3.	Измерительные устройства	5- 10
4.	Распределительные чаши	10-20
5.	Песколовки	10-20
6.	Преаэраторы	15-30
7.	Горизонтальные отстойники	20-40
8.	Вертикальные отстойники	40-50
9.	Радиальные отстойники	50-60
10.	Осветлители	60-80
11.	Биофильтры с реактивными спринклерами Оросителями	h*+150
12.	Биофильтры с неподвижными спринклерами	h*+250
13.	Аэротенки	25-50
14.	Контактные резервуары	40-60
15.	Смесители	10-30
16.	Песчаные фильтры	250 - 300

h\* - высота загрузки биофильтров, см

Для упрощения предварительного построения высотного расположения сооружений, за исключением решёток, потери напора принимаются: половина на входе в сооружение, а вторая половина на выходе из него.

Общая величина потери напора на очистных сооружениях зависит от компактности расположения сооружений, то есть от величины разрывов между



ними и длины подводящих лотков. Ориентировочно её можно принимать при механических и физико-химических способах очистки – 2-3 м, при биохимических способах – 4-6 м (для аэротенков) и 4-10 м (для биофильтров, в зависимости от высоты слоя загрузочного материала).

Для более точного определения отметок уровня воды в различных точках очистной станции необходимо учитывать потери на местные сопротивления: при входе и выходе воды из сооружений, в измерительных устройствах и смесителях, в местах поворотов, сужений или расширений каналов и т. п.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Выбрать на генплане площадку для строительства очистных сооружений;
2. Выполнить компоновку сооружений механической очистки (решетки, песколовки и отстойники);
3. Рассчитать потери напора в сооружениях механической очистки;
4. Составить паспорт очистных сооружений по алгоритму:
  - а) производительность очистных сооружений проектная и фактическая;
  - б) состав сооружений;
  - в) состав сточных вод до и после очистки;
  - г) краткая характеристика водоема – приемника сточных вод;
  - д) год строительства;
5. Оформить отчет.

### ***Исходные данные***

Генплан, принятая технологическая схема очистки сточных вод, сооружения механической очистки из предыдущих практических работ.

### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Требования к площадке для строительства очистных сооружений.
2. Основные правила компоновки очистных сооружений.
3. Назначение паспорта.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЭРОТЕНКОВ**

#### **Цель работы:**

- определение эффективности работы аэротенков.

#### **Знания (актуализация):**

- сути процессов биохимической очистки;
- основных показателей и параметров работы сооружений

биологической очистки;

#### **умение:**

- определять эффективность работы сооружений биологической очистки.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Эффективность процесса очистки в аэротенках, качественное состояние и окислительная способность активного ила определяется рядом условий, к которым относятся:

- а) состав и свойства сточных вод;
- б) гидродинамические условия перемешивания;
- в) соотношение количеств поданных загрязнений и жизнеспособного ила;
- г) кислородный режим в сооружении;
- д) нагрузка загрязнений на ил;
- е) окислительная мощность ила;
- ж) температура и активная реакция среды;
- з) наличие элементов питания и т.д.

Аэротенки и биофильтры должны обеспечивать биологическую очистку сточных вод от загрязняющих веществ в основном органического происхождения, находящихся во взвешенном, коллоидном и растворенном

состояниях. Технологическую эффективность работы аэротенков и биофильтров следует определять по качеству очищенной воды, выраженному в обобщенном показателе - БПК.

Качество сточной воды, очищенной в аэротенках по БПК<sub>5отс</sub>, в зависимости от нагрузки на 1 г беззольного вещества с учетом влияния температуры и отношения ХПК/БПК<sub>5</sub> поступающей воды, следует определять по графику на рис. 19, зависимость составлена для  $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $\text{ХПК/БПК}_5 = 2$ . ХПК - химическая потребность в кислороде.

Для определения качества очищенной воды при изменении величины отношения ХПК/БПК<sub>5</sub> и температуры по сравнению со значениями, принятыми при составлении графика на рис. 4, рекомендуется расчет технологической эффективности производить по формуле

$$L_{ts} = 4 + (\text{ХПК/БПК}_5)^{2/3} + 0,015N \frac{15}{t}, \quad (16.1)$$

$L_{ts}$  - БПК<sub>5</sub> отстоянной очищенной сточной воды, мг/л;

$\text{ХПК/БПК}_5$  - величина химической и биологической потребности в кислороде, поступающей в аэротенки сточной воды;

$N$  - нагрузка на 1 г беззольного сухого вещества активного ила, мг БПК<sub>5</sub>/г · сут;

$t$  - температура сточной воды, поступающей в аэротенк.

Нагрузку на 1 г беззольного сухого вещества активного ила ( $N$ ) определяют по формуле

$$N = N_a / a_{cp} (1 - S_{\pi}), \quad (16.2)$$

где  $N_a = Q_{cp} \cdot \text{БПК}_5 \cdot W$  - нагрузка на 1 м<sup>3</sup> аэротенка по БПК<sub>5</sub>, г/сут;

$Q_{cp}$  - среднесуточный приток сточной воды, м/сут;

$\text{БПК}_5$  - величина биологической потребности в кислороде, поступающей в аэротенк сточной воды, г/м<sup>3</sup>;

$W$  - объем аэротенка и регенератора, м<sup>3</sup>;

$a_{cp}$  - средняя доза ила в сооружении, г/л;

$S_L$  - зольность ила в долях единицы.

Для упрощения расчетов рекомендуется пользоваться графиком на рис. 20, позволяющим получить значение  $(ХПК/БПК_5)^{2/3}$ .

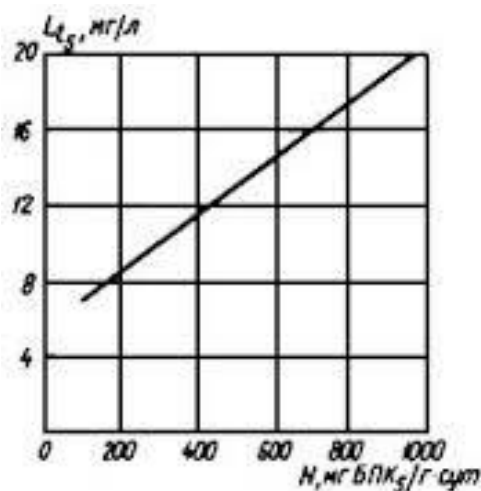


Рисунок 19 - Зависимость БПК<sub>5</sub> очищенной сточной воды ( $L_{ts}$ ), отстаиваемой в течение 2 ч пробы от нагрузки на ил ( $N$ )

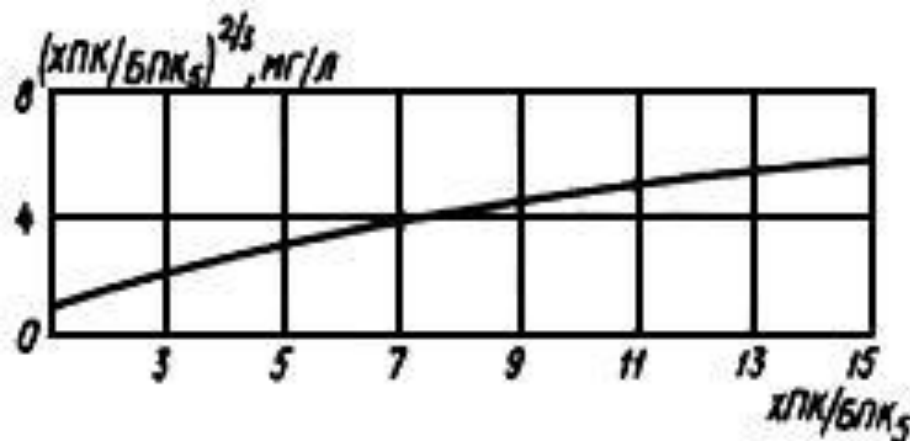


Рисунок 20 - Кривая для нахождения значения  $(ХПК/БПК_5)^{2/3}$

где  $F = \frac{NB^{0,6} K_T}{q \cdot 0,4}$  - критериальный комплекс;

$K_T = 0,2 \cdot 1,047^{t-20}$  - константа потребления кислорода;

$t$  - температура сточной воды, °С;

$H$  - высота биофильтра, м;

$B$  - удельный расход воздуха, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> воды;

$q$  - гидравлическая нагрузка, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> сут;

$a$  и  $b$  - коэффициенты, принимаемые в зависимости от удельного расхода воздуха и величины критериального комплекса по таблице 20.

Таблица 21 - Зависимости от удельного расхода воздуха и величины критериального комплекса

Удельный расход воздуха в, $\text{м}^3/\text{м}^3$	Критериальный комплекс $F$	Значения коэффициентов	
		a	b
8	0,662	1,51	0
8	0,662	0,47	0,69
10	0,85	1,2	0,13
10	0,85	0,4	0,83
12	1,06	1,1	0,19
12	1,06	0,2	1,15

Технологически эффективно работающими аэротенками и биофильтрами следует считать такие, у которых качество очищенной сточной воды по  $\text{БПК}_{5\text{отст}}$  отличается от рассчитанной по данной методике не более чем на 30 %. Снижение эффективности работы аэротенка и биофильтра на указанную величину допускается за счет ряда неучтенных в расчетах факторов.

$\text{БПК}_5$  взболтанной очищенной воды следует принимать 1,5  $\text{БПК}_5$  отстоянной воды,  $\text{БПК}_{\text{полн}}$  сточной воды для ориентировочных расчетов следует принимать 1,5  $\text{БПК}_5$  взболтанной воды, а для точных расчетов устанавливать экспериментальным путем.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Определить технологическую эффективность работы аэротенка
2. Находим по номограмме значение  $X\text{ПК}/\text{БПК}_5$
3. Подсчитываем значение  $L_{ts}$
4. Определяем расхождение значения  $\text{БПК}_5$  очищенной воды между эксплуатационными данными и рассчитанными

5. Определяем процент эффективности работы
6. Делаем заключение об эффективности работы аэротенка
7. Оформить отчет.

**Пример расчета:**

*Пример 1.* Определить эффективность работы городских очистных сооружений канализации производительностью по проекту  $Q = 220$  тыс. м<sup>3</sup>/сут, фактическая -  $Q_{\text{факт}} = 242,5$  тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Качество очищенной воды по проекту: БПК<sub>полн</sub> = 15 мг/л; взвешенные вещества = 15 мг/л.

Определим технологическую эффективность работы аэротенка при следующих значениях эксплуатационных данных:

- БПК<sub>5</sub> поступающей в аэротенк воды - 127 мг/л;
- период аэрации -  $T = 3,4$  ч;
- средняя доза ила в аэротенке -  $a_{\text{ср}} = 1,75$  г/л;
- зольность активного ила  $S_{\text{л}} = 35$  %;
- ХПК поступающей в аэротенки воды - 245 мг/л;
- температура воды в аэротенке  $t = 20$  °С;
- БПК<sub>5отст</sub> очищенной воды  $L_{\frac{5}{8}} = 13$  мг/л;
- БПК<sub>5взболт</sub> очищенной воды - 19,5 мг/л;
- нагрузка по БПК<sub>5</sub> на 1 г беззольного сухого вещества  
 $N = 789,6$  мг БПК<sub>5</sub>/г · сут.

Находим по номограмме значение ХПК/БПК<sub>5</sub>, откладывая по оси абсцисс  $245/127 = 1,9$ . Из этой точки проводим вертикальную прямую до пересечения с кривой, а затем из точки пересечения горизонтальную линию до пересечения с осью ординат, где находим значение  $(\text{ХПК}/\text{БПК}_5)^{2/3} = 1,5$ .

Подсчитываем значение

$$L_{\frac{5}{8}} = 4 + (\text{ХПК}/\text{БПК}_5)^{2/3} + 0,015N(15/t) = 4 + 1,5 + 0,015 \cdot 789,6(15/20) = 13,8 \text{ мг/л.}$$

Расхождение значения БПК<sub>5отст</sub> очищенной воды между эксплуатационными данными и рассчитанными составляет:  $13,8 - 13 = 0,8$  мг/л (или 5,7 %), что свидетельствует об удовлетворительной работе аэротенка.

*Пример 2.* Определить эффективность работы городских очистных сооружений канализации производительностью по проекту  $Q = 100$  тыс. м<sup>3</sup>/сут. Фактическая производительность  $Q_{\text{факт}} = 122$  тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Качество очищенной воды по проекту

БПК<sub>полн</sub> = 15 мг/л; взвешенные вещества - 12 мг/л.

Оценим эффективность работы отдельных очистных сооружений, входящих в состав станции.

Определим технологическую эффективность работы аэротенка при следующих условиях его эксплуатации:

- БПК<sub>5</sub> поступающей воды - 89 мг/л;
- период аэрации - 4,5 ч;
- средняя доза ила в аэротенке  $a_{\text{ср}} = 0,7$  г/л;
- зольность активного ила  $S_{\text{л}} = 29,9$  %;
- ХПК поступающей в аэротенк воды - 185 мг/л;
- температура воды в аэротенке  $t = 17,5$  °С;
- БПК<sub>5отст</sub> очищенной воды – 21,3 мг/л;
- БПК<sub>5взболт</sub> очищенной воды - 31,9 мг/л;
- нагрузка по БПК<sub>5</sub> на 1 г беззольного сухого вещества ила  
 $N = 970$  мгБПК<sub>5</sub>/г · сут.

Находим по номограмме значение ХПК/БПК<sub>5</sub>, откладывая по оси абсцисс  $185/89 = 2$ . Далее из этой точки проводим вертикальную прямую до пересечения с кривой, а затем из точки пересечения горизонтальную линию до пересечения с осью ординат, где находим значение  $(\text{ХПК}/\text{БПК})^{2/3} = 1,6$ .

Подсчитываем значение

$$L_{\text{т}} = 4 + (\text{ХПК}/\text{БПК}_5)^{2/3} + 0,015N(15/t) = \\ = 4 + 1,6 + 0,015 \cdot 970(15/17,5) = 18,1 \text{ мг/л.}$$

Расхождение значения  $\text{БПК}_{5\text{отст}}$  очищенной воды между эксплуатационными данными и рассчитанными составит  $21,3 - 18,1 = 3,2$  мг/л (или 27,6 %), что говорит об удовлетворительной эксплуатации аэротенка в сложившихся условиях с низкими дозами активного ила.

### **Исходные данные:**

Таблица 22 – Эксплуатационные данные по очистным сооружениям

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Производительность по проекту, $Q$ , тыс.м <sup>3</sup> /сут	150	160	170	180	190	200	210	220	140	130
Фактическая производительность, $Q_{\text{факт}}$ , тыс.м <sup>3</sup> /сут	160	170	180	190	200	210	220	240	160	150
Качество очищенной воды по проекту по $\text{БПК}_{\text{полн}}$ , мг/л	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
Качество очищенной воды по проекту по взвешенным веществам, мг/л	15	14	13	12	11	10	11	12	13	15
$\text{БПК}_5$ поступающей воды, мг/л	80	90	95	100	105	110	115	120	105	110
Период аэрации, ч	2,2	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,4
Средняя доза ила в аэротенке $a_{\text{ср}}$ , г/л	0,9	0,95	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Зольность активного ила $S_{\text{л}}$ , %	25	27	29	30	31	33	35	34	36	32
ХПК поступающей в аэротенк воды, мг/л	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225
Температура воды в аэротенке $t$ , °C	17	18	19	20	21	22	17	18	19	20
$\text{БПК}_{5\text{отст}}$ очищенной воды, мг/л	10	12	14	16	18	20	22	11	13	15
$\text{БПК}_{5\text{взболт}}$ очищенной воды, мг/л	15	18	19	20	22	25	25	14	16	17
Нагрузка по $\text{БПК}_5$ на 1 г беззольного сухого вещества ила $N$ , мг $\text{БПК}_5/\text{г} \cdot \text{сут}$	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860

### **Контрольные задания:**

1. Объясните, что представляет собой активный ил;
2. Объясните, чем характеризуется качество активного ила;
3. Поясните, как характеризует работу аэротенка его окислительная мощность.



## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С РАЗЛИЧНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ ОБРАБОТКИ ОСАДКА**

#### **Цель работы:**

- составление и вычерчивание технологических схем

#### **Знания (актуализация):**

- основных сооружений биологической очистки;
- основных сооружений по обработке осадка сточных вод

#### **умение:**

- составлять и вычерчивать схемы технологических процессов.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Биологические методы очистки сточных вод основаны на естественных процессах жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов.

К сооружениям биологической очистки в искусственно созданных условиях относятся:

- аэротенки;
- биологические фильтры всех типов.

Если станции имеют аэротенки, то в них содержится активный ил. Ил вместе с водой непрерывно выносится из аэротенков и осаждается во вторичных отстойниках, основная масса его возвращается в аэротенки, а часть (избыточный активный ил) после уплотнения направляется в сооружения для перегнивания.

По механическому составу активный ил относится к тонким суспензиям, состоящим на 98% по массе из частиц размерами меньше 1 мм. Активный ил аэротенков отличается высокой влажностью 99,2-99,7%.

Биологический фильтр (биофильтр) - сооружение, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал.

Если на станциях работают биофильтры, то на поверхности их загрузки образуется биопленка, представляющая собой скопления микроорганизмов и сорбированных на них нерастворенных веществ. Биопленка периодически отмирает, вымывается из биофильтра и задерживается во вторичных отстойниках, откуда перекачивается на сооружения для обработки осадка.

Поскольку влажность избыточной биопленки после вторичных отстойников в среднем составляет 96%, дополнительное уплотнение ее на станциях биофильтрации не предусматривают.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Выбрать технологическую схему обработки осадка в зависимости от сооружений для биологической очистки.
2. Вычертить технологическую схему.
3. Показать на схеме движение осадка сточных вод.
4. Определить количество избыточного активного ила (избыточной биопленки).
5. Оформить отчет.

### ***Исходные данные***

1. Четный вариант - схема с биофильтрами;
2. Нечетный вариант – схема с аэротенками.

### **Контрольные вопросы:**

1. Поясните, как идет процесс очистки сточных вод в аэротенках.
2. Поясните, как идет процесс очистки сточных вод в биофильтрах.
3. В чем зависимость отличий технологических схем обработки осадка от сооружений биологической очистки?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18**

### **НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ПРИВЯЗКА ПАСПОРТА ТИПОВОГО ПРОЕКТА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

#### **Цель работы:**

- научиться работать с паспортами типовых проектов;
- выполнять привязки типового проекта очистных сооружений

водоотведения

#### **Знания (актуализация):**

- правил привязки типовых проектов;
- алгоритма внесения изменений в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013

«Основные требования к проектной и рабочей документации».

#### **умение:**

- привязывать типовой проект очистных сооружений водоотведения с внесением необходимых изменений, с учетом местных условий и требований к санитарно-защитной зоне.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ**

Применяемые типовые проекты (типовая проектная документация) предприятий, зданий, сооружений должны быть привязаны к конкретной площадке строительства с учетом особенностей этой площадки и района строительства. Привязка типовых проектов выполняется при разработке рабочей документации на строительство. В составе проекта на строительство приводятся паспорта (каталожные листы) выбранных для применения типовых проектов.

В процессе выполнения работ по привязке должны вноситься в типовые проекты необходимые изменения в случаях, когда предусмотренные в них оборудование, конструкции и изделия сняты с производства, а также изменены положения и требования нормативных документов.

В привязываемые типовые проекты могут вноситься изменения, связанные с применением более прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования и средств механизации и автоматизации, совершенствованием планировочных и конструктивных, применением индустриальных методов строительства, обеспечивающих снижение стоимости и улучшение технико-экономических показателей объектов строительства.

В материалах привязки типового проекта приводятся обоснования вносимых изменений, а также данные о результатах сопоставления технико-экономических показателей применяемого и откорректированного типового проекта.

В рабочих чертежах на строительство зданий и сооружений должны делаться ссылки на примененные типовые строительные конструкции, изделия и узлы с указанием обозначения соответствующих рабочих чертежей изделий, узлов.

Если по условиям применения требуется внести изменения в рабочие чертежи типовых изделий, то в составе рабочей документации на строительство объекта должны быть выполнены чертежи, содержащие дополнения и изменения к рабочим чертежам, и спецификация примененных типовых изделий.

Измененным изделиям присваивают марки примененных типовых изделий с добавлением буквенного или цифрового индекса.

Привязка типовых проектов после шести месяцев со времени публикации сведений об их отмене не допускается.

Рабочая документация, входящая в состав типовой проектной документации и модифицированной типовой проектной документации, подлежит привязке к конкретной площадке строительства.

При привязке:

- определяют координаты и отметки частей зданий (сооружений);

- уточняют размеры, глубину заложения и конструктивные решения;
- разрабатывают дополнительные мероприятия, необходимые по гидрогеологическим условиям строительной площадки;
- уточняют решения цокольных или подвальных частей зданий, узлов примыкания тоннелей, галерей и других сооружений в зависимости от рельефа площадки строительства;
- разрабатывают узлы примыкания внутренних сетей водоснабжения, канализации, теплоснабжения, электроснабжения и связи к внешним сетям, а также узлы ввода транспортных коммуникаций;
- корректируют, при необходимости, документацию на несущие и ограждающие конструкции, системы отопления и вентиляции, исходя из климатических условий района строительства; и при необходимости уточняют принятые решения по ограждающим и несущим строительным конструкциям, а также количество и тип приборов отопления и вентиляционных устройств;
- уточняют объемы работ, а также сметную стоимость строительства с учетом местных условий и цен.

На каждом листе привязываемой документации ставят штамп привязки. Штампы на первом листе и на последующих листах выполняются по формам, установленным в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 «Основные требования к проектной и рабочей документации».

Штампы выполненных взамен аннулированных и дополнительных листов должны иметь реквизиты организации, применившей типовой проект, или проект повторного применения.

Обложки и титульные листы основных комплектов рабочих чертежей, входящих в состав типовой проектной документации, не привязывают и заказчику не направляют. Взамен них выполняют новые обложки и титульные листы с реквизитами организации, применившей типовую проектную

документацию, и наименованием объекта капитального строительства, для которого выполнена привязка.

Штамп привязки наносят на свободное поле листа, предпочтительно над основной надписью или слева от нее.

Модификацию типовой проектной документации осуществляют внесением в нее изменений с учетом следующих особенностей:

- если изменяемых участков изображения два и более, то им присваивают обозначения в соответствии с правилами ГОСТ Р 21.1101-2013;
- над измененным участком указывают обозначение изменяемого участка изображения и надпись «Взамен перечеркнутого». Если новое изображение (часть изображения) помещают на другом листе, то у замененного изображения указывают также номер листа, на котором находится новое изображение.

Основные надписи на листах привязываемой документации оставляют без изменения.

Изменения при привязке рекомендуется вносить в один экземпляр документа, являющийся в дальнейшем подлинником, с которого изготовляют копии. Аннулированные листы исключают из привязанной документации без изменения общей нумерации листов.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Выбрать площадку под очистные сооружения с учетом решений типового проекта, местных условий и требований к санитарно-защитной зоне.
2. Определить место ввода сточных вод на очистную станцию.
3. Определить место выпуска очищенных стоков.
4. Привязать паспорт типового проекта к местности в соответствии с правилами.
5. Оформить отчет.

### ***Исходные данные***

1. Генплан города.
2. Типовой проект очистных сооружений водоотведения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое привязка типового проекта?
2. Порядок выполнения привязки.

В каких случаях привязка типового проекта не допускается?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.
2. СП 33.13330.2012 (с изменениями №1,2) СНиП 2.04.01 - 85\*. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004, - 60 с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода, Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
5. СНиП II - 89 - 80. Генеральные планы промышленных предприятий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004, - 60 с.
6. СанПиН 3. 1.4.1074-95. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.
7. СНиП II - 60 - 75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов / ФГУП ЦПП, 2004
8. Водный кодекс Российской Федерации. М.: «Ось-89». 1995.- 80 с.
9. ГОСТ Р 21.1101-2013 «Основные требования к проектной и рабочей документации».
- 10.СТО НОСТРОЙ/НОП 2.17.7-2013 Инженерные сети наружные. Канализация и водостоки. Рекомендации по монтажу, эксплуатации, ремонту и утилизации самотечных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой

### Дополнительная

1. Перешивкин, А. К. Монтаж систем внешнего водоснабжения канализации. – М, Стройиздат, 1988 г., 653 с.: ил. – (Справочник строителя).



2. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник. / Под ред. Б. Н. Репина. - М.: Высшая школа, 1995. - 431 с.
3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий./ Под ред. В. Н. Самохина. - М.: Стройиздат, 1981. - 639 с.
4. Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений. - М.: Стройиздат, 1984. -152 с.
5. Правила охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами. Утверждено 21.01.91. Гос. ком. по охране природы СССР. - М., 1991.- 34 с.
6. Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы. /Под ред. В.С. Ромейко. - М.: ТОО «ВНИИМП», 2001. -134 с.
7. Трубы и детали трубопроводов из полимерных материалов. Справочные материалы. /Под ред. В.С.Ромейко. - М.: ТОО «ВНИИМП», 2001. – 126 с.
8. СНиП II – 89 – 80. Генеральные планы промышленных предприятий / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. - 60 с.
9. СНиП II – 60 – 75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. / ФГУП ЦПП, 2004.
10. Водный кодекс Российской Федерации. - М.: Ось-89, 1995.- 80 с.
11. Лукиных, А.А., Лукиных, Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. - М.: Стройиздат, 1987.
12. Карелин, Я. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей из пластмассовых труб круглого сечения. Справ. пос. – М.: Стройиздат, 1986. - 56 с.

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**ОТЧЕТ**

по выполнению практических работ  
по теме **3.2 Водоотведение**

**ПМ.01 Разработка технологий и проектирование элементов систем водоснабжения и  
водоотведения**

Выполнил: студент группы ВВ-325/б

Иванов В.И.

Проверил: преподаватель Хидиятуллина А.А.

Челябинск, 20\_\_

**Распределение среднесуточного расхода бытовых сточных вод  
по часам суток в зависимости от общего коэффициента  
неравномерности водоотведения ( $K$ )**

(Справочник проектировщика: Канализация населенных мест и  
промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. - М., 1981 г.)

Часы суток	Расход бытовых сточных вод, %, при $K$						
	1,8	1,6	1,4	1,35	1,25	1,2	1,15
0 – 1	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
1 – 2	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
2 – 3	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
3 – 4	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
4 – 5	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
5 – 6	3,3	4,35	4,2	4,8	5,05	4,9	4,8
6 – 7	5	5,95	5,8	5	5,15	4,9	4,8
7 – 8	7,2	5,8	5,8	5	5,15	5	4,8
8 – 9	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
9 – 10	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
10 – 11	7,5	6,7	5,85	5,65	5,2	5	4,8
11 – 12	6,4	4,8	5,05	5,25	5,1	5	4,8
12 – 13	3,7	3,95	4,2	5	5	4,8	4,7
13 – 14	3,7	5,55	5,8	5,25	5,1	5	4,8
14 – 15	4	6,05	5,8	5,65	5,2	5	4,8
15 – 16	5,7	6,05	5,8	5,65	5,2	5	4,8
16 – 17	6,3	5,6	5,8	5,65	5,2	5	4,8
17 – 18	6,3	5,6	5,75	4,85	5,15	5	4,7
18 – 19	6,3	4,3	5,2	4,85	5,1	5	4,8
19 – 20	5,25	4,35	4,75	4,85	5,1	5	4,8
20 – 21	3,4	4,35	4,1	4,85	5,1	5	4,8
21 – 22	2,2	2,35	2,85	3,45	3,8	4,5	4,8
22 – 23	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,4	3
23 - 24	1,25	1,55	1,65	1,85	2	2,25	2,6
Итого	100	100	100	100	100	100	100

