

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 25.09.2022 14:45:03
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоснабжения



ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта для
студентов направления 08.03.01 Строительство,
профиль «Водоснабжение и водоотведение»

Курск 2017

УДК 628.218(031)

Составитель: Т. В. Поливанова

Рецензент

Кандидат технических наук, профессор кафедры
«Теплогазоводоснабжение» *В.А. Морозов*

Водоотведение и очистка сточных вод: методические рекомендации по выполнению курсового проекта / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.В. Поливанова. - Курск, 2017. - 17 с.: - Библиогр.: с. 17.

Излагаются методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 Строительство, профиль «Водоснабжение и водоотведение» очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 1,0 . Уч.-изд.л. 0,9 Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод» выполняется в соответствии с учебным планом направления 08.03.01 Строительство, профиль «Водоснабжение и водоотведение».

Цель курсового проекта - закрепление и развитие знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса. Студенты знакомятся со специальной нормативной и справочной литературой, методикой проектирования систем водоотведения.

Курсовой проект выполняется на основании индивидуального задания, содержащего генплан города и необходимые для проектирования исходные данные.

1. Состав курсового проекта

Курсовой проект состоит из расчетной части, оформленной в виде расчетно-пояснительной записки, и графической части, выполняемой на одном листе ватмана формата А 1.

Расчетно-пояснительная записка содержит:

- исходные данные для проектирования;
- определение расчетных расходов;
- выбор системы водоотведения;
- определение расчетных расходов для отдельных участков водоотводящей сети;
- гидравлический расчет и построение продольных профилей коллекторов;
- расчет насосной станции;
- гидравлический расчет и построение продольного профиля коллектора ливневой сети.

1. Проектирование хозяйственно-бытовой сети

Проектирование сетей водоотведения должно производиться в соответствии с указаниями справочной и учебной литературы /1-4/. Разработке проекта должно предшествовать ознакомление с заданием, изучение рельефа местности и планировки объекта водоотведения, определение месторасположения очистных сооружений и главной насосной станции, намечаются линии водоразделов, после чего можно приступить к трассировке сети.

2. Трассировка сети Методы трассировки сети

Принцип трассировки диктуется необходимостью обеспечения наименьшего заглубления внутриквартальных сетей и уличных трубопроводов и зависит от рельефа местности и размеров кварталов.

Вначале трассируются главный или бассейновые коллекторы, а затем уличная сеть. В зависимости от рельефа местности и характера застройки уличная сеть может трассироваться по объемлющей схеме или по пониженной грани квартала. Объемлющая схема принимается при небольшом уклоне поверхности земли или плоском рельефе местности, уклон поверхности земли менее 0,005, больших площадях кварталов и отсутствии застройки внутри кварталов.

Трассировка сети по пониженной стороне квартала выполняется на местности с явно выраженным уклоном (более 0,007). Уличные трубопроводы прокладываются только с пониженных сторон обслуживаемых объектов. При трассировке сети следует исходить из условий самотечного водоотведения при минимальной протяженности коллекторов.

Определение расчетных расходов бытовых и производственных сточных вод

Расчетные расходы бытовых вод от города и его части находят по следующим формулам:

$$Q_{mid} = \frac{Nq_{\delta}}{1000} ; \quad (2.1)$$

$$Q_{\max} = \frac{Nq_6}{1000} \times K_1 ; \quad (2.2)$$

$$q_{mid} = \frac{Q_{mid}}{24} ; \quad (2.3)$$

$$q_{\max(m)} = \frac{Q_{mid}}{24} \times K_{gen.\max} ; \quad (2.4)$$

$$q_{mid.s} = \frac{Nq_6}{24 \times 3600} ; \quad (2.5)$$

$$q_{\max.s} = q_{mid.s} \times K_{gen.\max} ; \quad (2.6)$$

где N - количество населения;

q_6 - удельное водоотведение бытовых вод;

$q_{mid.s}$ -средний секундный расход,

$q_{\max.s}$ - максимальный секундный расход.

Максимальный секундный расход иногда удобно определять по формуле

$$q_{\max.s} = q_0 \times F \times K_{gen.\max} ; \quad (2.7)$$

где F - площадь жилых кварталов, га;

q_0 - модуль стока - расход с единицы площади жилых кварталов, определяемый по формуле

$$q_0 = \frac{Pq_6}{24 \times 3600} ; \quad (2.8)$$

где P - плотность населения, чел/га.

При принятых единицах измерения q_0 вычисляется в л/(с.га). Нормами водоотведения бытовых вод от города не учитываются расходы воды, поступавшие от домов отдыха, санаториев, пионерских лагерей. Поэтому эти расходы должны определяться отдельно.

Расчетные расходы бытовых вод от промышленных предприятий определяются по формулам:

$$Q_{mid} = \frac{25N_1 + 45N_2}{1000} ; \quad (2.9)$$

$$Q_{CM} = \frac{25N_3 + 45N_4}{1000} ; \quad (2.10)$$

$$q_{\max.s} = \frac{25K'_2N_5 + 45K''_2N_6}{T} : 3600 ; \quad (2.11)$$

где N_1 и N_2 - число работающих в сутки при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 л/см;

N_3 и N_4 - то же, в смену при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 л/см на одного работающего;

N_5 и N_6 - то же, в смену с максимальным числом работающих при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 л/см на одного работающего;

Q_{CM} - расход в смену;

$K'_2=3$ и $K''_2=2.5$ - коэффициенты часовой неравномерности при удельном водоотведении соответственно 25 и 45 ; л/см на одного работающего;

T - продолжительность смены, ч.

Расчетные расходы душевых вод определяются по формулам:

$$Q_{\max.CM} = \frac{40q_{д.с} \times m_{д}}{1000} \times 60 ; \quad (2.12)$$

$$Q_{CM} = \frac{q_{д.с} \times m_{д} \times 40}{1000 \times 60} \times \frac{N_{CM}}{N_{\max}} ; \quad (2.13)$$

$$q_{\max.s} = \frac{q_{д.с} \times m_{д}}{3600} ; \quad (2.14)$$

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

$m_{д}$ - число душевых сеток;

N_{CM} и N_{\max} - число рабочих, пользующихся душем соответственно в рассчитываемую и максимальную смену.

Суточный расход душевых вод определяется суммированием расходов за все смены.

Расчетные расходы производственных вод определяют по формулам:

$$Q_{mid} = M \times q_{np} ; \quad (2.15)$$

$$Q_{CM} = M_1 \times q_{np} ; \quad (2.16)$$

$$q_{\max.s} = \frac{M_2 \times q_{np}}{T \times 3.6} \times K_2'' ; \quad (2.17)$$

где M , M_1 , M_2 - количество выпускаемой продукции соответственно в сутки, в смену и в смену с наибольшей производительностью;

q_{np} - удельное водоотведение производственных вод;

K_2'' - коэффициент часовой неравномерности;

T - продолжительность смены (работы оборудования), ч.

Зная приведенные выше формулы, нетрудно определить расходы сточных вод любого вида и за другое время (бытовых вод от промышленного предприятия в час, душевых и производственных вод в час и др.)

Для удобства расчетов водоотводящих сооружений полученные результаты определения расходов целесообразно сводить в ведомости. Форма сводной ведомости приведена в табл. I.

Таблица 1

Сводная ведомость суммарных расходов сточных вод

	Расходы сточных вод					
	Среднесуточные м ³ /сут		Максимальные часовые, м ³ /ч		Максимальные секундные, л/с	
Обслуживаемый объект	Бытовых и душевых	Производ- ственных	Бытовых и душевых	Производ- ственных	Бытовых и душевых	Производ- ственных
Промышленные предприятия						
Город						
Всего						

Определение расчетных расходов на участках сети

Размеры и параметры работы самотечных трубопроводов определяются на основании расчетных расходов сточных вод, рельефа местности и других условий проектирования.

Применяются два метода определения расчетных расходов сточных вод: I – по тяготеющим площадям; II – по удельному расходу на единицу длины трубопровода.

Средний расход сточных вод определяется для каждого участка исходя из площади квартала, тяготеющего к данному расчетному участку и удельному расходу по формуле

$$q_{cit} = [(q_{бок} + q_n) + q_{mp}] \times K_{gen.max} + q_{соср}, \quad (2.18)$$

где $q_{бок}$ - расход, поступающий с боковой ветки, л/с;

q_n - попутный расход, л/с;

q_{mp} - транзитный расход, л/с;

$K_{gen.max}$ - общий максимальный коэффициент неравномерности, принимается по табл.2 /2/;

$q_{соср}$ - сосредоточенный расход, л/с.

Сосредоточенный расход – это сумма расчетных расходов бытовых, душевых и производственных сточных вод от промышленного предприятия. Различают транзитный и местный сосредоточенные расходы.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.

Таблица 2

Определение расчетных расходов для отдельных участков сети

№ расчетных участков	Боковой и попутный расходы				q_{mp} , л/с	q_{mid} , л/с	$K_{gen.max}$	$q_{max.s}$, л/с	Сосредоточенные расходы, л/с		Расчетный расход л/с
	№ кварталов	F, га	q_n , л/с*Га	$q_{бок} + q_n$, л/с					местные	транзитные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Минимальная и максимальная глубина заложения трубопроводов

Минимальную глубину заложения трубопроводов необходимо назначить исходя из следующих трех условий:

- 1) исключение промерзания труб;
- 2) исключение разрушения труб под действием внешних нагрузок;
- 3) обеспечение присоединения к трубопроводам внутри квартальных сетей и боковых веток.

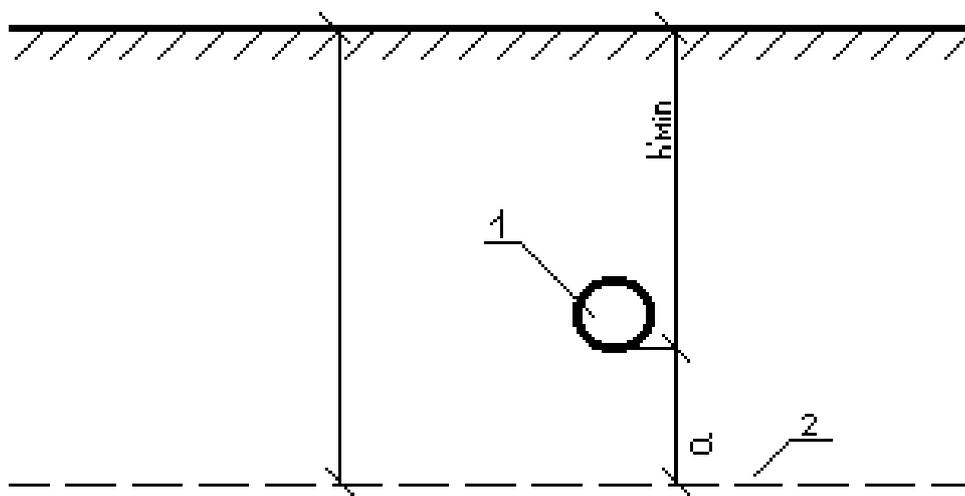


Рис.1 - Схема прокладки трубопровода:
1 - трубопровод; 2 - граница мерзлого грунта

Минимальную глубину заложения трубопроводов рекомендуется определять на основании опыта эксплуатации действующих трубопроводов в данной местности. При отсутствии данных минимальная глубина может приниматься равной:

$$h'_{\min} = h_{\text{пр}} - a, \quad (2.19)$$

где $h_{\text{пр}}$ - глубина промерзания грунта /1, рис. 6.3/;

a - величина, зависящая от диаметра трубопровода, значение которой рекомендуется принимать: 0,3 м – при диаметре до 500 мм и 0,5 – при большем диаметре.

В целях исключения разрушения трубопроводов возможными внешними нагрузками в городских условиях и на площадках промышленных предприятий глубина заложения трубопроводов должна быть не меньше 0.7 м до верха трубопровода. Следовательно, минимальная глубина трубопровода до лотка равна:

$$h'_{\min} = 0.7 + d \quad (2.20)$$

При присоединении внутриквартальной сети к внешней водоотводящей минимальная глубина заложения лотка трубопровода в диктующей точке должна быть не менее определенной по формуле

$$h'_{\min} = h'_{\min} + i_{\min} (L + l) - (Z_H - Z_K) + \Delta d \quad (2.21)$$

где h'_{\min} - минимальная глубина заложения трубопровода в начале внутриквартальной сети;

i_{\min} - минимальный уклон трубопровода внутриквартальной сети /2/;

$L+l$ - длина внутриквартальной сети;

Z_H и Z_K - отметки поверхности земли в начале и конце внутриквартальной сети;

Δd - разница в диаметрах труб внешней и внутриквартальных сетей.

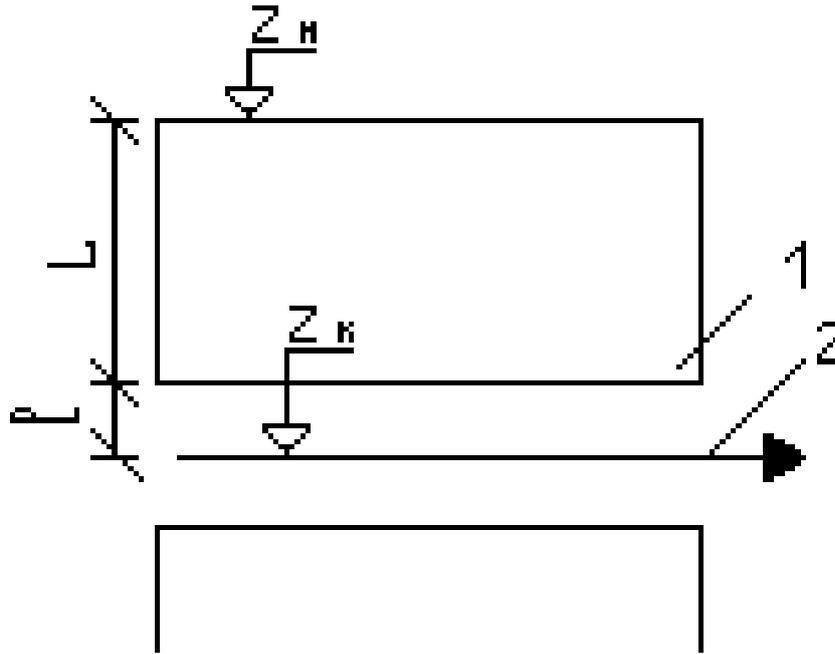


Рис. 2. Схема к определению минимальной глубины, заложения трубопровода.

План участка: 1 - квартал; 2 - трубопровод уличной сети

Наибольшая глубина заложения самотечных коллекторов не должна превышать 6-8 метров, исходя из условий производства работ.

Гидравлический расчет и проектирование высотной схемы сети

Целью гидравлического расчета является определение диаметра трубопровода отдельных участков сети, уклонов и наполнений, потерь напора и скоростей движения расчетных расходов сточных вод.

Расчет производится с помощью таблиц /4/. При расчете учитываются следующие нормативные положения:

а) диаметр начальных участков сети следует принимать не менее минимальных значений, рекомендуемых /2, и. 2.33/;

б) наполнение в трубах должно быть близким к расчетному и не должно превышать значений, приведенных в /2, табл. 16/;

в) скорости движения в трубах принимаются в соответствии с данными, приведенными в /2, табл. 16/;

г) уклон прокладки трубопровода принимается по /2, табл. 16/ или определяется по формуле $i = \frac{l}{d}$. Уклон прокладки трубопровода должен приниматься с учетом условий его минимального заглубления.

Гидравлический расчет производится в следующем порядке: определяют отметки земли и глубину заложения в узловых точках, минимальная глубина заложения вносится в таблицу для всех начальных участков.

При построении продольного профиля трубопровода решается вопрос о соединении труб по высоте. В инженерной практике применяют два метода соединения трубопроводов: «шельга в шельгу» и «по уровням воды».

Результаты гидравлического расчета сводятся в таблицу.

Таблица 3

№ участков	l	q, л/с	d, мм	Уклоны, i		v	Наполнение		Δh	Отметки						Глубина заложения лотка трубы, м	
				местности	приним.		h/d	h, мм		земли		воды		лотка		ВН	ВК
										ВН	ВК	ВН	ВК	ВН	ВК		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

При выборе материала труб следует руководствоваться указанием, приведенным в /1, п. 50/ или /2, п. 4.9/.

3. Подбор насосного оборудования

Подбираются насосы главной насосной станции или одной из станций подкачки, определяется вместимость приемного резервуара, производится выбор основного оборудования станции.

Вместимость приемного резервуара, подача насосов определяется исходя из графика притока сточных вод к насосной станции.

По максимально часовому притоку сточных вод и требуемому напору подбираются, количество и тип насосов. Исходя из минимального притока и количества включений насосного агрегата подбираются вместимость приемного резервуара, причем она должна быть не менее 5 минутной максимальной подачи одного насоса.

4. Проектирование дождевой сети

Трассировка дождевой сети производится по наиболее кратчайшему направлению к ближайшему водоему или оврагу. При определении бассейна водосбора учитывается площадь кварталов города и прилегающих к расчетному участку дорог и улиц.

Перед сбросом в водоем следует предусмотреть самостоятельную очистку дождевых вод.

5.1. Определение расходов дождевых вод на участках сети

Расчетный расход дождевых вод л/с, следует определять по формуле

$$q_r = z_{mid} \times \frac{A^{1.2}}{t_r^{1.2n-0.1}}, \quad (5.1)$$

где z_{mid} - среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока, определяемое согласно /2, п. 2.17/;

A, n - параметры, определяемые согласно /2, п. 2.14/.

Параметр A определяют по формуле

$$A = q_{20} \times 20^n \times \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma, \quad (5.2)$$

где q_{20} - интенсивность дождя, л/с на 1 га, для данной местности продолжительностью 20 мин. при $P = 1$ год, принимается по /2, черт. 1/;

n - показатель степени, определяемый по /2, табл. 4/;

m_r - среднее количество дождей за год, принимаемый по /2, табл. 4/;

P - период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, принимаемый по /2, п. 2.13/;

γ - показатель степени, принимаемый по /2, табл. 4/;

t_r - расчетная продолжительность дождя, равная времени протекания дождевых вод по водосборной поверхности t_{con} по лоткам t_{can} и по трубам t_p до расчетного участка, мин, и определяемая согласно /2, п. 2.15/;

T - расчетная площадь стока, га. При значении площади более 500 га, вводится поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность выпадения дождя /2, п. 2.14/.

Значения A и z_{mid} являются постоянными для рассчитываемого коллектора, а значение t_r изменяется от участка к участку. Для облегчения дальнейших расчетов следует предварительно построить график зависимости $q_c = f(t_r)$. Значения t_r рекомендуется задавать в пределах от 5 до 60 минут в интервале 5 минут.

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей q_B л/с, следует определять по формуле

$$q_B = F \times q_r \times \beta, \quad (5.3)$$

где β - коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети, определяемый по формуле

$$\beta = K_C \times 0.65, \quad (5.4)$$

где K_C для первых трех участков принимается равным 0,85, для остальных 0,9.

5.2. Гидравлический расчет и проектирование высотной схемы дождевого коллектора

К гидравлическому расчету сети перейти после окончания подготовительной работы, которая заключается в следующем:

1. Производится трассировка сети, определяются расчетные участки, находятся площади водосбора, тяготеющие к ним.

2. Определяется значение коэффициента z_{mid} .

3. Готовится график $q_c = f(t_r)$.

Все цифровые данные гидравлического расчета дождевой сети рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 4

Номер участка	Длина участка l , м	Площадь, га			Скорость $V_{пред}$, м/с	Время t_r , мин		Удельный сток q_r , л/(с.га)
		Прилегающая	Транзитная	всего		t_p , мин	t_r , мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение табл. 4

Расчетный расход q_v , л/с	Диаметр d , мм	Падение канала, м		Пропускная способность $q_{пр}$, л/с	Отметки поверх. Земли, м	
		уклон i	il		в начале	в конце
10	11	12	13	14	15	16

Продолжение табл. 4

Отметки, м				Глубина заложения, м	
поверхности шельги		поверхности лотка		в конце	в конце
в начале	в конце	в начале	в конце		
17	18	19	20	21	22

Графы 1-5 заполняются с плана сети. Предварительные скорости течения дождевых вод (графа 6) принимают в зависимости от уклона местности, но не менее минимальных, рекомендуемых СНиП /2, п. 2.34/. В начальных участках предварительную скорость

рекомендуется принимать не менее 0,7-0,8 м/с, в последующих участках она должна возрастать. Время протекания дождевых вод по трубам t_r (графа 7) определяется по формуле, приведенной в /2, п. 2.15/.

Время протекания дождевых вод t_r для первого участка (графа 8) определяется по формуле /2, п. 2.16/.

Время протекания по лотку рекомендуется принимать по /2, п. 2.15/. Ориентировочно допускается принимать равным 1 мин и равным нулю при наличии дождевой сети на территории квартала. Для последующих участков t'_r (графа 8) определяется продолжительностью протекания дождевых вод для данного участка от начала дождевого коллектора. Значение удельного стока q_c (графа 9) определяется для любого расчетного участка пользуясь подготовленным графиком $q_c = f(t_r)$.

Расчетный расход для каждого участка q_B (графа 10) определяется по формулам, приведенным выше.

Для подбора диаметров труб, уклонов и определения пропускной способности (графы 11, 12, 14) пользуются таблицами для гидравлического расчета водоотводящих сетей.

При гидравлическом расчете дождевой сети принимают для труб полное наполнение. Минимальные диаметры труб не должны приниматься менее 250 мм. При несовпадении значения пропускной способности труб q_{np} (графа 15) с полученным значением расчетного стока, уточняют значение скорости v_{np} (графа 6) и вновь повторяют расчет для этого участка. Если несовпадение находится в пределах 10%, перерасчет не производится.

Если на последующем участке расчетный расход получается меньше, чем в предыдущем, то принимаем его одинаковым с расходом на предыдущем участке.

При резком увеличении уклона по ходу коллектора допускается уменьшить диаметры труб по сравнению с предыдущим участком на 1 сортамент. Соединение труб при этом следует производить путем выравнивания лотков. Проектирование высотной схемы дождевой водоотводящей сети выполняется также, как и бытовой сети, с той лишь разницей, что здесь вычисляются отметки шельги трубы и соединение труб в колодцах производится только по шельгам. Начальная глубина заложения дождевой сети целесообразна на

глубине промерзания грунта, но не менее чем на 0,7-1,0 м до верха трубы.

Дождевая сеть проектируется самотечной.

Список литературы:

1. Канализация [Текст]: Учебник для вузов по спец.: «Водоснабжение и канализация» / С.В. Яковлев [и др.]. - Москва: Книга по требованию, 2013.-632 с.
2. Абрамов Н.Н. Водоснабжение [Текст]: Учебник /Н.Н. Абрамов.- Изд. 3-е, Перераб и доп. – Москва: Интеграл, 2014.-440 с.
3. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст]: Учебник для студ. ВУЗ /С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – 3-е изд.. доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 702 с.
4. Водоотводящие системы промышленных предприятий [Текст] : учебник для вузов по спец. "Водоснабжение, канализация, рац. использ. и охрана вод. ресурсов" / под ред. С. В. Яковлева. - М. : Стройиздат, 1990. - 510 с.
5. СП 32.13320.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М., Стройиздат, 2012 г.
6. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Павловского Н.Н. -М., Стройиздат, 2010 г.