

Министерство образования Российской Федерации

Сибирский государственный индустриальный университет

## ВОДООТВОДЯЩИЕ СЕТИ ГОРОДА

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине “Специальные вопросы водоснабжения и  
водоотведения” для студентов специальности 290500

Новокузнецк

2002

УДК 628.2(075.8)

Изложена методика проектирования и расчета систем водоотведения бытовых сточных вод при выполнении курсовых и дипломных проектов

Работа предназначена для студентов специальности  
“Городское строительство и хозяйство” (290500)

Методические указания разработаны доцентом М.В. Круппо.

Утверждены на заседании методической комиссии Строительного факультета

Рецензент – доцент кафедры «Теплотехника, гидравлика и водоснабжение, водоотведение» Алтайского Государственного Технического Университета им. И.И. Ползунова, к.т.н.  
И.А.Бахтина.

Печатается по решению редакционно - издательского совета университета, протокол №        от        мая 2002 г.

## Введение

Курсовой проект “Сети водоотведения” выполняется студентами III курса специальности “Городское строительство и хозяйство”.

Выполнение курсового проекта является эффективным методом закрепления и развития теоретических знаний, полученных студентом при изучении курса “Специальные вопросы водоснабжения и водоотведения” с одновременным развитием навыков самостоятельной работы в области проектирования, применения действующих нормативных документов по водоотведению.

Исходными данными для курсового проектирования являются: задание, выданное руководителем проекта; генплан населенного пункта в масштабе 1:10000 - 1:20000.

### Объем и состав курсового проекта

Курсовой проект “Сети водоотведения” (канализационные сети города) разрабатывается на стадии, соответствующей техническому проекту. Объем проекта: 1,0 - 2,0 листа чертежей и расчетно-пояснительная записка на 20 - 25 страницах. Чертежи должны быть выполнены в туши или в карандаше. Графическая и текстовая документация оформляется в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ 21.601-79, 21.604-82, 21.206-93.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

1. Введение.
2. Принятые нормативные данные.
3. Обоснование принятых схем и систем водоотведения.
4. Определение количества сточных вод от населения города и промышленных предприятий.
5. Определение расчетных расходов по участкам сети.
6. Определение начальных глубин заложения сети.
7. Гидравлический расчет канализационной сети.
8. Описание и обоснование принятых материалов труб, стыковых соединений, колодцев, камер и т.д.
9. Устройство сооружений на сетях водоотведения (дюкеров,

переходов через автодороги и железнодорожные пути, колодцев и т.д.).

Графическая часть включает в себя:

1. План населенного пункта в масштабе 1:10000 - 1:20000 с нанесением хозяйственно-бытовой сети водоотведения.

План города с нанесением сетей водоотведения выполняется на ватмане формата А1.

2. Продольные профили районных и главного коллектора хозяйственно-бытовой сети водоотведения.

Профили вычерчиваются на листе формата А1 в масштабе Мг 1:500 - 1:10000, Мв 1:100 - 1:500.

3. План и разрезы элементов сети в масштабе 1:20 - 1:50.

На листе приводится спецификация или таблица расходных материалов, сборных элементов и деталей. Разрабатываемым элементом сети может быть один из узловых колодцев, дюкер и т.д. по заданию руководителя проекта.

4. Разрез улицы с показом схемы рационального размещения подземных коммуникаций выполняется каждым студентом в масштабе 1:20-1:50.

## **1. Подготовка исходных данных**

Приступая к работе над проектом следует внимательно ознакомиться с соответствующими разделами СНиП 2.04.03-85 /1/.

Необходимо изучить выданный план города, разобраться в топографии местности и учесть все особенности рельефа, так как последний, наряду с другими факторами, определяет схему водоотведения. Для изучения рельефа рекомендуется перенести план города с синьки на лист чертежа и рабочую кальку, районы с различной степенью благоустройства и плотностью населения необходимо закрасить различными цветами, промышленные предприятия серым цветом. Жилые кварталы необходимо пронумеровать и определить их площадь в гектарах. Заполнить ведомость площадей кварталов по форме табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Ведомость площадей кварталов

Районы города					
1		2		3	
№ кварт.	Площадь квартала, F, га	№ кварт.	Площадь квартала, F, га	№ кварт.	Площадь квартала, F, га
	$\sum F_{\text{кв.1}}$		$\sum F_{\text{кв.2}}$		$\sum F_{\text{кв.3}}$

## 2. Выбор системы и схемы водоотведения города

В современных благоустроенных городах для приема и организованного удаления сточных вод с территории, где они образовались, обработки и выпуска очищенных стоков в водоем устраивают как правило централизованную канализацию, состоящую из внутренних и наружных канализационных сетей, насосных станций, очистных сооружений и выпусков.

В пояснительной записке приводят полную характеристику принятой системы и схемы канализации города, схемы трассировки.

Схема в основном определяется рельефом местности, гидрологическими условиями, местом расположения очистных сооружений, системой водоотведения и т.д.

Перед началом проектирования следует наметить линии тальвегов и водоразделов, это значительно облегчит дальнейшую трассировку сети.

Целесообразно сразу определить место расположения площадки очистных сооружений. Очистные сооружения следует располагать за чертой города вниз по течению реки с учетом обеспечения санитарно-защитных зон до границы застройки жилыми кварталами, участков общественных зданий и предприятий пищевой промышленности с учетом их перспективного расширения по /1/, табл.1.

Площадка очистных сооружений наносится на плане черным пунктиром с надписью "Очистные сооружения". Площадь ее ориентировочно принимается из расчета 1га на 15тыс. жителей канализованных районов. На плане необходимо показать приемную камеру со-

оружений и выпуск в водоем.

Во всех случаях жилые кварталы нумеруются, а при делении квартала площади обозначаются прописными буквами (1а, 1б, 1в и т.д.), направление стока с площадей показывается стрелками к пониженной грани.

Проводя трассировку, студент должен придерживаться следующих положений:

1. Главный коллектор должен прокладываться по самой пониженной части всего проектируемого объекта канализования.
2. Районные коллекторы должны кратчайшим путем впадать в главный коллектор и не присоединяться один к другому.
3. Следует избегать прокладки сетей с малыми расходами параллельно горизонталям.
4. Протяженность сетей должна быть минимальной.
5. Угол поворота и присоединений должны быть не менее  $90^\circ$ .
6. Количество насосных станций, шнековых подъемников, дюкеров, пересечений с железной дорогой должно быть минимальным.
7. Дюкеры и переходы под железными дорогами прокладываются перпендикулярно к реке или дороге.

Начинать трассировку следует с уличных сетей, которые располагаются вдоль пониженных граней каждого квартала, при плоском рельефе ( $i < 0,006$ ) может иметь место объемлющая схема. В зависимости от рельефа, направления уклона местности уличные сети объединяются в уличные, районные коллекторы, которые затем присоединяются к главному. В местах присоединения устраиваются узловыe расчетные колодцы. На прямых участках в конце каждого квартала устанавливаются линейные колодцы, которые определяют расчетные участки.

Ориентировочно намечаются места расположения насосных станций, шнековых подъемников, которые уточняются при гидравлическом расчете.

После завершения трассировки генплан с сетями перечерчивается тонкими линиями на лист ватмана. Окончательное оформление генплана производится после гидравлического расчета.

На плане города сети водоотведения наносятся красным цветом, главный коллектор - более жирной линией. Безрасчетные участки (расход на участке меньше 7 л/с, скорость меньше самоочищающей - 0,7 м/с) показываются красным пунктиром. Колодцы обозначаются

кружочками и нумеруются порядковыми номерами по всему плану, начиная с верхних участков. У каждого расчетного участка пишется его длина, диаметр труб, уклон, скорость (l-d-i-V). Дюкеры обозначаются красным двойным пунктиром, напорные трубопроводы от насосной станции - пунктиром.

### 3. Определение расчетных расходов

Расход сточных вод от города вычисляется как сумма количества сточных вод, поступающих от постоянно и временно проживающего населения города и от промышленных предприятий.

Среднесуточный расход сточных вод, м<sup>3</sup>/сут, определяется по формуле:

$$Q_{u.mid} = Q_{u.mid}^{\text{б}} + Q_{u.mid}^{\text{п.п.}} + Q_{u.mid}^{\text{общ.}} \quad (1)$$

где:  $Q_{u.mid}^{\text{б}}$  - расход бытовых сточных вод от населения города, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{u.mid}^{\text{п.п.}}$  - расход сточных вод от промышленных предприятий, м<sup>3</sup>/сут;

$Q_{u.mid}^{\text{общ.}}$  - расход сточных вод от общественных зданий, не входящих в норму водоотведения от жителей города, м<sup>3</sup>/сут.

При определении расхода сточных вод от населения принимается, что общественные здания и объекты культурно-бытового назначения (бани, столовые и пр.) обслуживают население данного города, т.е. норма водоотведения для них учтена в норме на 1 жителя /1, 2/, /5/ прил. 1.

#### 3.1. Определение количества сточных вод от населения города

##### 3.1.1. Средние расходы

а) суточный расход, м<sup>3</sup>/сут;

$$Q_{u.mid}^{\bar{}} = \sum_{i=1}^k \frac{q_{u.i}^{tot} \cdot N_i}{1000}, \quad (2)$$

где:  $q_{u.i}^{tot}$  - норма водоотведения для  $i$ -го района, л/сут чел, равна норме водопотребления /5/, прил.1;

$N_i$  - расчетное число жителей  $i$ -го района города, чел.

$$N_i = P_i \cdot \sum F_{кв.i}, \quad (3)$$

где:  $P_i$  - плотность населения  $i$ -го района города, чел/га (по заданию);  
 $\sum F_{кв.i}$  - суммарная площадь кварталов  $i$ -го района города, га (табл. 1.1);

б) часовой расход, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{hr.mid}^{\bar{}} = \frac{Q_{u.mid}^{\bar{}}}{24}, \quad (4)$$

или

$$Q_{hr.mid}^{\bar{}} = \sum_{i=1}^k \frac{q_{u.i}^{tot} \cdot N_i}{24 \cdot 1000},$$

в) секундный расход, л/с:

$$q_{s.mid}^{\bar{}} = \frac{q_{hr.mid}^{\bar{}}}{3,6}, \quad (5)$$

или

$$q_{s.mid}^{\bar{}} = \sum_{i=1}^k \frac{q_{u.i}^{tot} \cdot N_i}{86,4}$$

Расчет удобно вести в форме таблицы 3.1.



Таблица 3.1 - Расчет сточных вод от населения города

Район города	Общая площ. кварт. $\Sigma F_{кв.i}$ , га	Плотность насел. $P_i$ , чел/га	Кол. жителей $N_i$ , чел.	Норма водоотведения $q_{u.i}^{tot}$ , л/сут чел	Средние расходы сточных вод		
					$Q_{hrmid}^b$ , м <sup>3</sup> /ч	$Q_{umid}^b$ , м <sup>3</sup> /сут	$q_{s.mid}^b$ , л/с
1							
2							
3							
Итого			$\Sigma N_i =$		$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$

## 3.1.2. Максимальные расходы

а) суточный, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{u.max}^b = Q_{u.mid}^b \cdot K_{u.max} \quad (6)$$

где:  $K_{u.max}$  - коэффициент суточной неравномерности водоотведения /1; 2/;

б) часовой, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_{hr.max}^b = Q_{hr.mid}^b \cdot K_{gen.max} \quad (7)$$

или

$$Q_{hr.max}^b = \sum_{i=1}^k \frac{q_{u.i}^{tot} \cdot N_i}{24 \cdot 1000} \cdot K_{gen.max} ;$$

в) секундный, л/с:

$$Q_{s.max}^{\bar{}} = Q_{s.mid}^{\bar{}} \cdot K_{gen \cdot max}, \quad (8)$$

или

$$Q_{s.max}^{\bar{}} = \frac{Q_{hr.max}^{\bar{}}}{3,6},$$

где:  $K_{gen \cdot max}$  - коэффициент общей неравномерности водоотведения (максимальный) /1/, табл.2.

### 3.1.3. Минимальные расходы

а) суточный, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{u.min}^{\bar{}} = Q_{u.mid}^{\bar{}} \cdot K_{u.min}, \quad (9)$$

где:  $K_{u.min}$  - коэффициент суточной неравномерности водоотведения (минимальный) /1; 2/;

б) часовой, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_{hr.min}^{\bar{}} = \frac{Q_{u.mid}^{\bar{}}}{24} \cdot K_{gen \cdot min}, \quad (10)$$

в) секундный, л/с:

$$Q_{s.min}^{\bar{}} = Q_{s.mid}^{\bar{}} \cdot K_{gen \cdot min}, \quad (11)$$

где:  $K_{gen \cdot min}$  - коэффициент общей неравномерности водоотведения (минимальный) /1/, табл.2.

Все расчеты по определению расходов сточных вод сводятся в табл. 3.2.

Таблица 3.2 - Значения максимальных и минимальных расходов

от населения города

Расходы сточных вод	Ед. измерения.	Значения средних расходов	Максимальн. значения		Минимальные значения	
			Коэфф. неравномерности	Расходов сточных вод	Коэфф. неравномерности	Расходов сточных вод
Суточн.	м <sup>3</sup> /сут	$Q_{u \cdot mid}$	$K_{u \cdot max}$	$Q_{u \cdot max}$	$K_{u \cdot min}$	$Q_{u \cdot min}$
Часовой	м <sup>3</sup> /ч	$Q_{hr \cdot mid}$	$K_{gen \cdot max}$	$Q_{hr \cdot max}$	$K_{gen \cdot min}$	$Q_{hr \cdot min}$
Секун.	л/с	$q_s \cdot mid$	$K_{gen \cdot max}$	$q_s \cdot max$	$K_{gen \cdot min}$	$q_s \cdot min$

### 3.2. Определение расходов сточных вод от промышленных предприятий

Сточные воды от промышленных предприятий делятся на три группы:

- производственные;
- бытовые;
- душевые.

#### 3.2.1. Определение количества производственных сточных вод от технологических процессов

а) суточный, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{пр.у} = n_{пр.} \cdot M_u, \quad (12)$$

где:  $n_{пр.}$  - норма водоотведения на единицу продукции, принимаемая по /3/;

$M_u$  - число единиц продукции, выпускаемой в сутки (по зада-

нию);

б) за j-ую смену, м<sup>3</sup>/см:

$$Q_{\text{пр.см } j} = \frac{Q_{\text{пр.у}} \cdot P_{\text{пр.см } j}}{100}, \quad (13)$$

где:  $P_{\text{пр.см } j}$  - процент производственных вод за j-ую смену, % (по заданию или табл. 3.3);

в) максимальный часовой за j-ую смену, м<sup>3</sup>/ч:

$$Q_{\text{пр.чг max } j} = \frac{Q_{\text{пр.см } j}}{T_j} \cdot K_{\text{чг}}^{\text{п.п.}}, \quad (14)$$

где:  $K_{\text{чг}}^{\text{п.п.}}$  - коэффициент часовой неравномерности отведения производственных вод, задается технологами, при отсутствии данных по /12/ или по приложению 1;

$T_j$  - продолжительность смены, час.

### 3.2.2. Определение количества бытовых сточных вод на промышленных предприятиях

Расход бытовых сточных вод на промпредприятиях определяется исходя из норм водопотребления (водоотведения) на бытовые нужды работающих:

а) за сутки, м<sup>3</sup>/сут:

$$Q_{\text{быт.у}} = \frac{(q_{\text{у,х}}^{\text{tot}} \cdot N_{\text{х}} + q_{\text{у,г}}^{\text{tot}} \cdot N_{\text{г}})}{1000}, \quad (15)$$

где:  $q_{\text{у,х}}^{\text{tot}}$  и  $q_{\text{у,г}}^{\text{tot}}$  - нормы водоотведения на хозяйственно-бытовые нужды работающих в холодных и горячих цехах, л/см чел /5/ прил.1;

$N_x$  и  $N_\Gamma$  - число работающих в холодных и горячих цехах, чел;

б) за  $j$ -ую смену,  $\text{м}^3/\text{см}$ :

$$Q_{\text{быт.см.}j} = \frac{(q_{u,x}^{\text{tot}} \cdot N_x \cdot P_{\text{см.}j}^x + q_{u,\Gamma}^{\text{tot}} \cdot N_\Gamma \cdot P_{\text{см.}j}^\Gamma)}{1000}, \quad (16)$$

в) средний часовой за  $j$ -ую смену,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$Q_{\text{быт.hr mid }j} = \frac{Q_{\text{быт.см }j}}{T_j}, \quad (17)$$

в) максимальный часовой за  $j$ -ую смену,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$Q_{\text{быт.hr.max}j} = \frac{1}{T_j \cdot 1000} (K_x \cdot q_{u,x}^{\text{tot}} \cdot N_x \cdot P_{\text{см.}j}^x + K_\Gamma \cdot q_{u,\Gamma}^{\text{tot}} \cdot N_\Gamma \cdot P_{\text{см.}j}^\Gamma); \quad (18)$$

где:  $P_{\text{см.}j}^x$  и  $P_{\text{см.}j}^\Gamma$  - процент работающих в холодных и горячих цехах в  $j$ -ую смену, % ( по заданию технологов);

$K_x$  и  $K_\Gamma$  - коэффициент часовой неравномерности отведения бытовых вод в холодных и горячих цехах по приложению 2; /9/ табл. 5.6.

### 3.2.3. Определение расхода душевых сточных вод на промышленных предприятиях

Душевые расходы определяются по санитарным нормам /4/; /5/, прил.1 в зависимости от характера производства и группы производственных процессов:

а) количество установленных душевых сеток, шт.:

$$n_c = \frac{N_{\max}}{n_0}, \quad (19)$$

где:  $n_0$  - количество человек, обслуживаемых одной душевой сеткой в зависимости от группы производственного процесса, чел. /4/, табл.3.3;

$N_{\max}$  - число работающих в максимальную смену в горячих и холодных цехах и пользующихся душем, чел.

$$N_{\max} = \frac{P_{\max \text{ см. } j}}{100} \cdot N \cdot \left[ \frac{P_x \cdot P_{\text{душ.х}}}{10^4} + \frac{P_g \cdot P_{\text{душ.г}}}{10^4} \right], \quad (20)$$

где:  $P_{\max \text{ см. } j}$  - процент работающих в максимальную смену, % ( по заданию или табл. 3.3);

$N$  - количество человек работающих в сутки на предприятии, чел. (по заданию);

$P_g$  и  $P_x$  - процент работающих в холодных и горячих цехах соответственно, % (по заданию);

$P_{\text{душ.х}}$  и  $P_{\text{душ.г}}$  - процент пользующихся душем в холодных и горячих цехах соответственно, % (по заданию);

б) расчетный расход душевых стоков, м<sup>3</sup>/см (м<sup>3</sup>/ч):

$$q_{\text{душ.}} = \frac{q_{\text{у.душ}}^{\text{tot}} \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 1000}, \quad (21)$$

где:  $q_{\text{у.душ}}^{\text{tot}}$  - норма расхода воды на одну душевую сетку 500 л за 45 мин /5/ прил.1;

45 - продолжительность пользования душем, мин;

в) расход душевых стоков по сменам, м<sup>3</sup>/см:

$$Q_{\text{душ. см } j} = \frac{q_{\text{у.душ}}^{\text{tot}} \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 1000} \cdot \frac{N_{\text{душ.см } j}}{N_{\text{max}}}, \quad (22)$$

где:  $N_{\text{душ.см } j}$  и  $N_{\text{max}}$  - число рабочих, пользующихся душем соответственно в рассчитываемую и максимальную смену;

Душевые сточные воды поступают в канализационную сеть после окончания смены в течении 45 мин, т.е. в течении первого часа работы последующей смены /5/.

г) суточный расход душевых сточных вод, м<sup>3</sup>/сут:

суточный расход определяется суммированием расходов за все смены:

$$Q_{\text{душ. у}} = \sum Q_{\text{душ. см } j} \quad (23)$$

Результаты расчетов сводятся в табл. 3.4.

Таблица 3.3 - Распределение расходов производственных сточных вод и количества работающих по сменам, %

Номер смены	Смена j	Часы работы	При 3-сменной работе	При 2-сменной работе
1	Дневная	8-16	40-50	50-65
2	Вечерняя	16-24	30-35	35-50
3	Ночная	24-8	20-35	-

Точность определения расходов должна соответствовать 0,01 м<sup>3</sup>/ч.

По итогам граф 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 20 (табл. 3.4) проверяется правильность распределения сточных вод от промышленного предприятия по сменам.

Для дальнейших расчетов из граф 11, 17 и 19 (табл. 3.4) необходимо выделить характерные часовые максимальные расходы сточных

вод от промышленного предприятия, м<sup>3</sup>/час и определить расчетный (сосредоточенный), л/с:

$$q_{\text{соср.}}^{\text{n/n}} = \frac{Q_{\text{hr. max}}^{\text{n/n}}}{3,6} = \frac{(Q_{\text{быт. hr. max}}^{\text{n/n}} + Q_{\text{душ. см. max}}^{\text{n/n}} + Q_{\text{пр. hr. max}}^{\text{n/n}})}{3,6}, \quad (24)$$

где:  $Q_{\text{hr. max}}^{\text{n/n}}$  - максимальный часовой расход сточных вод промышленного предприятия, м<sup>3</sup>/ч., определяемый как сумма максимальных часовых расходов каждой из категорий сточных вод в пределах суток.

#### 4. Определение расчетных расходов по участкам сети

Для гидравлического расчета необходимо знать расчетные расходы сточных вод по участкам сети.

При гидравлическом расчете принимаем, что расчетный расход сточных вод на всем протяжении участка является постоянным и состоит из суммы расходов, притекающих в начало участка.

Расчетный расход на каждом участке, л/с:

$$q_{\text{cit}} = (q_{\text{пут}} + q_{\text{тр}} + q_{\text{бок}}) \cdot K_{\text{gen. max}} + q_{\text{соср.}}^{\text{n/n}}, \quad (25)$$

$$q_{\text{пут.}} = q_{\text{oi}} \cdot F_{\text{кви}}, \quad (26)$$

где:  $q_{\text{пут.}}$  - путевой расход, поступающий по пути движения воды с площадей стока, л/с;

$q_{\text{тр.}}$  - транзитный расход сточных вод от вышерасположенных участков сети, л/с;

$q_{\text{бок.}}$  - боковой расход сточных вод, поступающих от вышерасположенных участков сети, л/с;

$q_{\text{соср}}^{\text{n/n}}$  - сосредоточенный расход сточных вод от промышленного предприятия, л/с, принимаемый из табл. 3.4, по формуле (24);



Таблица 3.4 - Распределение расходов

сточных вод от промышленного предприятия

Наименование пром. пред- прия- тия	№ см.	Число работаю- щих, чел.			Бытовые расходы сточных вод						Душевые расходы сточных вод в цехах					Производст – венные сточ- ные воды		Всего по пром. пред- прия- тию, $Q_{\text{пп}}$ $\text{м}^3/\text{см.}$		
		$N_{\text{см},j}^r$	$N_{\text{см},j}^x$	$N_{\text{см},j}$	$\text{м}^3/\text{см}$			$\text{м}^3/\text{час}$			горячих		ХОЛОД.		$N_{\text{душ.см.},j}$ чел/см	$Q_{\text{душ.см.},j}$ $\text{м}^3/\text{см}$	$Q_{\text{пр.см.},j}$ $\text{м}^3/\text{см}$		$Q_{\text{пр.ч.},j}$ $\text{м}^3/\text{час}$	
					$Q_{\text{см.},j}^r$	$Q_{\text{см.},j}^x$	$Q_{\text{быт.см.},j}$	$Q_{\text{быт. ч.},j}^r$	$Q_{\text{быт. ч.},j}^x$	$Q_{\text{быт. ч.},j}$	$P_{\text{душ.см.},j}^r$ %	$N_{\text{душ.см.},j}^r$ чел	$P_{\text{душ.см.},j}^x$ %	$N_{\text{душ.см.},j}^x$ чел						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	1																			
	2																			
	3																			
Итого за сутки		$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$					$\Sigma$		$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$			$\Sigma$

$q_{oi}$  - удельный расход стоков или модуль стока, л/с га для  $i$  - го района:

$$q_{oi} = \frac{q_{u,i}^{tot} \cdot P_i}{86400}, \quad (27)$$

где:  $q_{u,i}^{tot}$  - норма водоотведения для  $i$  - го района, л/сут чел;

$P_i$  - плотность населения  $i$  - го района, чел/га (по заданию);

$F_{кв.}$  - площадь квартала  $i$  - го района, га.

Расчеты по определению  $q_{cit}$  производятся по форме табл. 4.1.

Правильность расчетов проверяется сопоставлением средних расходов сточных вод /табл. 3.1, 3.2 и 4.1/. Допустимые расхождения в определении расходов сточных вод по участкам сети - (0,5 - 2,0) %.

Согласно /1/, п.п. 2.10, 2.7, 2.8 самотечные линии, коллекторы, а также напорные трубопроводы проверяют на пропуск расчетного максимального расхода и дополнительного притока поверхностных и грунтовых вод в периоды дождей и снеготаяния, неорганизованно поступающего в сети канализации через неплотности люков колодцев и за счет инфильтрации грунтовых вод.

Величину дополнительного притока л/с, принимают по формуле:

$$q_{ad} = 0,15L\sqrt{m_d}, \quad (28)$$

где:  $L$  - общая длина трубопроводов до расчетного сооружения (створа трубопроводов), км;

$m_d$  - величина максимального суточного количества осадков, мм/сут, определяется согласно /15/ прил. 3.

Проверочный расчетный расход по каждому участку определяют по формуле:

$$q_{cit}^{пров} = q_{cit} + 0,15L\sqrt{m_d}, \quad (29)$$

Расчет представляют по форме таблицы 4.2.



## 5. Определение глубины заложения начальных участков уличной сети

Глубина заложения начальных участков уличной сети принимается на основании опыта эксплуатации сетей в данном районе или по условиям присоединения внеплощадочных сетей промышленных предприятий (в случае, если сосредоточенный расход поступает в начальный участок городской сети водоотведения), при отсутствии данных глубины заложения принимаются:

1. При уклоне поверхности земли квартала  $i_{\text{кв.}} \geq 0.008$  /1/:

$$H = h_3 + \delta, \quad (30)$$

где:  $h_3$  - наименьшая глубина заложения лотка трубопровода, м /1/:

$$h_3 = h_{\text{пром}} - 0,3 \text{ для } d_{\text{тр}} \leq 500 \text{ мм,}$$

$$h_3 = h_{\text{пром}} - 0,5 \text{ для } d_{\text{тр}} > 500 \text{ мм,}$$

но в любом случае  $h_3 \geq 0,7 + d_{\text{тр}}$  /1/;

$\delta$  - разность диаметров уличной и дворовой сетей водоотведения, м; минимальные диаметры труб самотечных сетей следует принимать по /1/.

2. При уклоне поверхности земли квартала  $i_{\text{кв.}} < 0,008$  из условия не промерзания и возможности присоединения внутриквартальной или дворовой сети:

$$H = h_3 + i(L + l) + z_1 - z_2 + \delta, \quad (31)$$

где:  $i$  - уклон внутриквартальной или дворовой сети, принимаемый по /1/;

$L$  - длина дворовой сети, м;

$l$  - длина соединительной ветки, м (зависит от ширины улицы и условия присоединения к уличной сети);

$z_1$  - отметка поверхности земли у колодца на уличной сети, м;

$z_2$  - отметка поверхности земли у наиболее удаленного колодца внутривдворовой сети, м;

$\delta$  - разности диаметров уличной и дворовой сетей водоотведения, м /1/.

Схемы для определения длин дворовых сетей приведены на рис.

5.1. Расчет удобно вести в форме таблицы 5.1.

Таблица 5.1 - Определение глубин заложения начальных участков

## уличной сети

Номер расчетной точки	Уклон поверхности земли квартала, $i_3$	Уклон внутриквартальной сети $i$	Расчетная формула (расчет)	Н, м	Примечание
1	2	3	4	5	6

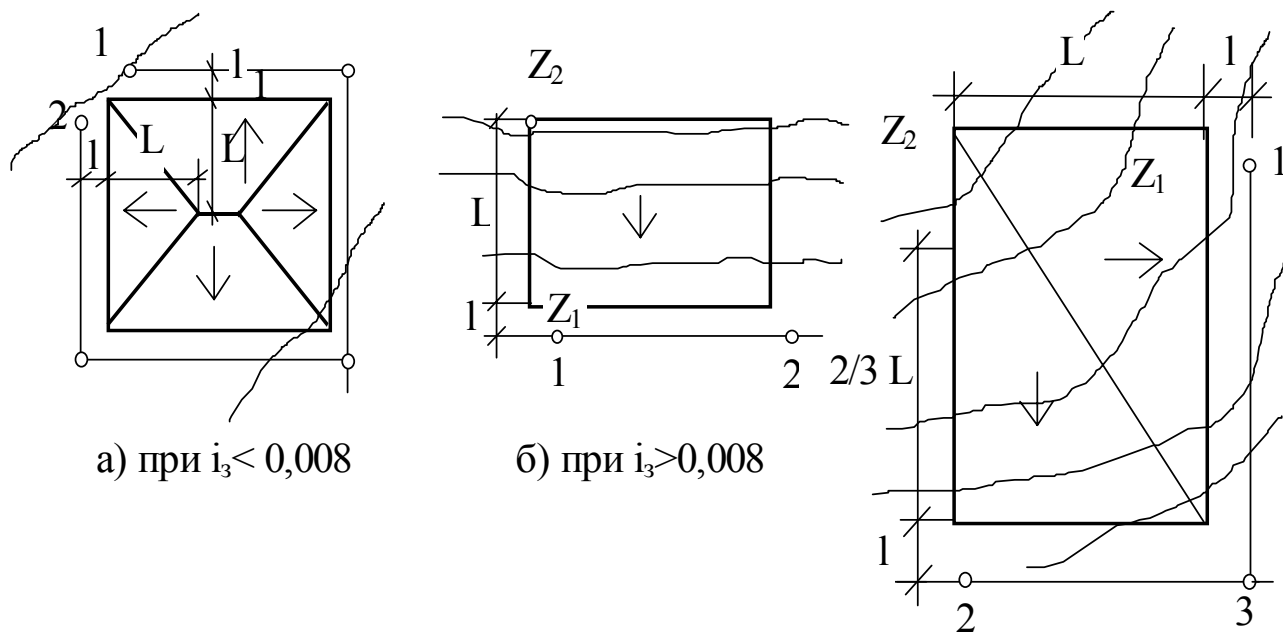


Рис. 5.1 - Схемы для определения длин дворовых сетей при определении заложения диктующих точек

## 6. Гидравлический расчет хозяйственно-

## **бытовых сетей водоотведения**

При гидравлическом расчете сетей водоотведения определяют диаметры, уклоны, глубину заложения трубопроводов, скорости и наполнения в них, отметки шельг, лотков, уровней воды.

Расчет сетей ведут на максимальный секундный расход сточных вод (табл. 4.1, 4.2). По расходу по таблицам /7 или 10/ подбирают диаметр, уклон, при этом:

- скорость должна быть не менее критической для данного диаметра при расчетном наполнении ( $h/d$ ), см. приложение 3;
- наполнение ( $h/d$ ) должно быть не более максимально допустимого /1/.

При расчете должны быть учтены требования /1/, п.п. 2.34, 2.36, приложения 3.

Уклон труб принимают по возможности равным уклону поверхности земли. Ориентировочно, для поддержания самоочищающей скорости, минимальный уклон принимают по /6/:

$$i_{\min} = 1/d, \quad (32)$$

где:  $d$  - диаметр труб, мм.

При выборе уклона труб в зависимости от рельефа местности рекомендуется использовать схемы, представленные на рис.6.1.

Глубина заложения начальных (диктующих) точек принимается по расчету из табл. 5.1, вносится в графу (18) табл. 6.1. Далее производится расчет первого участка - подбирают диаметр, уклон, вычисляют отметки лотков, шельг, уровней воды и глубину заложения. Второй и последующие участки рассчитываются от отметки уровня воды или шельги в зависимости от способа соединения труб в колодцах (рис.6.2, 6.3). В обоих случаях отметки воды (или шельги) в конце предыдущего участка переносятся соответственно, в начало последующего. Гидравлический расчет производится по форме табл. 6.1.

При расчете необходимо соблюдать условия:

1. Сеть прокладывают параллельно поверхности земли при соблюдении расчетных скоростей и уклонов; при малых уклонах поверхности земли для достижения расчетной скорости уклон сети увеличивают.

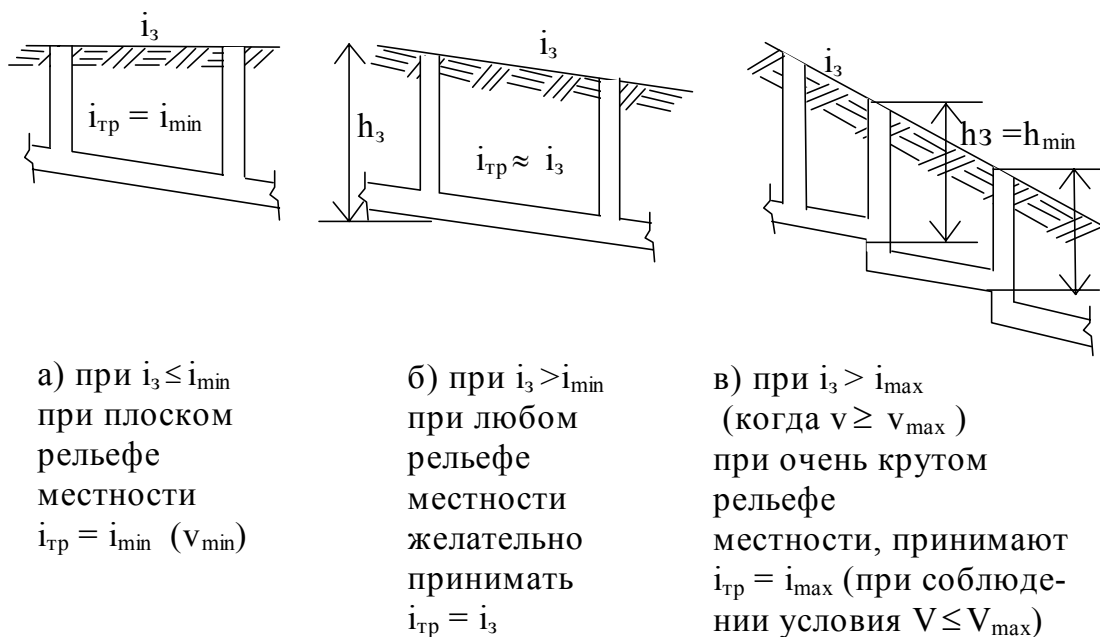


Рис. 6.1 - Схема выбора уклона труб в зависимости от рельефа местности

2. Скорости движения воды по участкам должны возрастать или быть равными предыдущим.

3. Соединение труб разного диаметра производить в колодцах по шельгам, при обосновании по уровню воды или без порогов (рис.6.2 а,б,в).

4. Диаметр трубопровода в направлении движения сточных вод может быть увеличен без всякого ограничения, если это обосновано расчетом; диаметр может быть уменьшен (при резком увеличении уклона), но не более чем на:

- один типоразмер при  $d \leq 300$  мм;
- два типоразмера при  $d > 300$  мм, соединения труб в данном случае осуществляют по лоткам.

5. При переходе от безрасчетного участка к расчетному, рекомендуется принимать отметку поверхности воды в расчетном участке равной отметке лотка в безрасчетном (рис. 6.2 г).

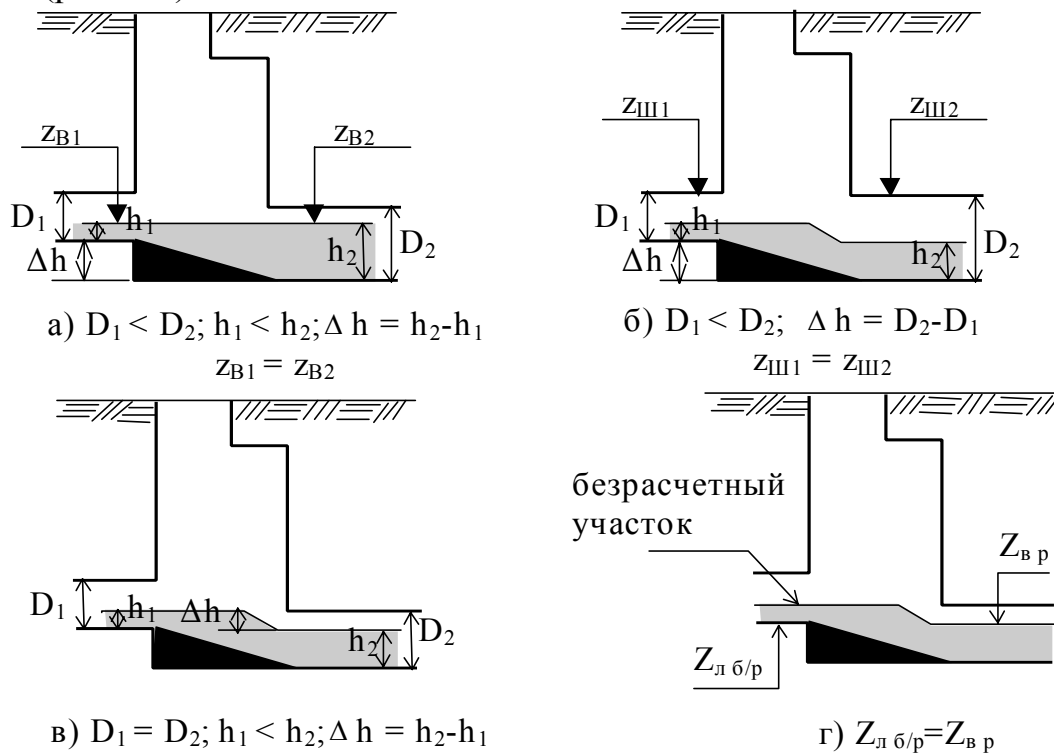
6. Для гашения скорости и возможности расчета последующего участка с меньшим ее значением (при резком изменении уклона с большего на меньший), необходимо устраивать колодец с перепадом

0,3 ÷ 0,5 м и расчет последующего участка вести от отметки воды предыдущего участка, уменьшенной на 0,3 ÷ 0,5 м (рис. 6.2 в).

7. При присоединении к колодцу нескольких участков расчет последующего следует вести с отметки уровня воды наиболее заглубленного присоединения.

8. При пропуске проверочного расхода  $Q_{\text{cit}}^{\text{пров}}$  наполнение  $h/d^{\text{пров}}$  должно быть не более 0,95 /1/. В противном случае производится пересчет участка.

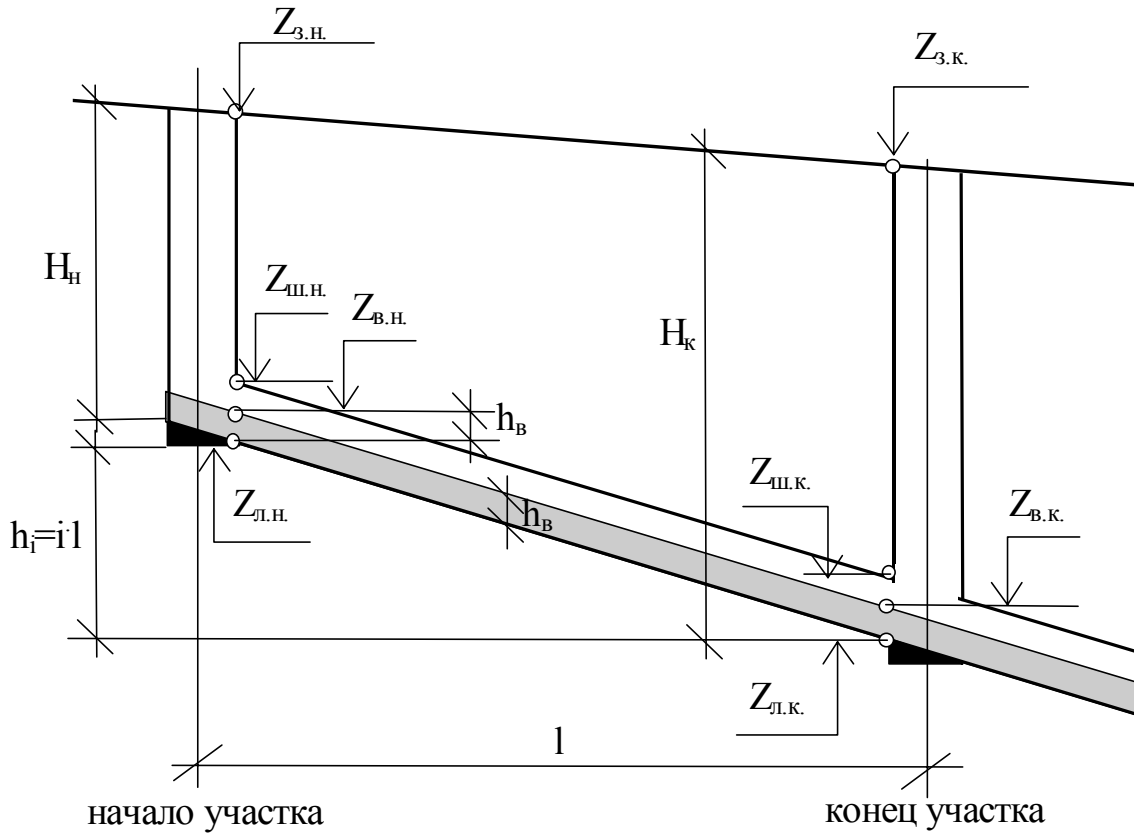
По результатам гидравлического расчета составляют профили сети районных коллекторов и главного коллектора до выпуска в водоем (рис. 9.1).



- а) по уровню воды; б) по шельгам; в) без порогов;  
 г) соединение безрасчетного участка с расчетным

Рис. 6.2 - Соединение трубопроводов





$Z_{ш.Н.}$ ,  $Z_{ш.К.}$  - отметки шельги труб;  $Z_{в.Н.}$ ,  $Z_{в.К.}$  -отметки уровней воды;  
 $Z_{л.Н.}$ ,  $Z_{л.К.}$  - отметки лотка трубы;  $l$  - длина расчетного участка;  
 $H_Н$ ,  $H_К$  - глубина заложения лотка трубы;  $Z_{3.Н.}$ ,  $Z_{3.К.}$  - отметки  
 поверхности земли; н - начало участка; к - конец участка;  
 h - наполнение.

Рис. 6.3 - Расчетная схема к гидравлическому расчету

## 7. Расчет напорных трубопроводов

Количество напорных трубопроводов принимается не менее двух /1/. Диаметры определяются из условия пропускания расчетного расхода при аварии на одном из трубопроводов 100% с использованием резервных насосов, переключателей на напорных линиях /1/.

Расчет производится по тем же формулам и таблицам, что и для самотечных сетей при полном наполнении ( $h/d = 1$ ) /7,10/. Могут

Таблица 6.1 - Гидравлический расчет сети водоотведения

№ участка	Расчетные расходы, л/с		Длина участка $l$ , м	Диаметр участка $d$ , мм	Уклон участка $i$	Скорость движения воды $V$ , м/с	Наполнение			Потери напора по участкам $h_i$ , м
	$Q_{cit}$	$Q_{cit}^{пров}$					$h/d^{пров}$	$h/d$	$h$ , м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	по таблице 4.1 $Q_{cit 1-2}$	по таблице 4.2	по ген-плану $l_{1-2}$	По таблицам /6/ или /10/ в соответствии со СНиП /1/. $d_{1-2}$	$i_{1-2}$	$V_{1-2}$	$h/d^{пров} \leq 0,95 /1/$		$h = (h/d) \cdot d$	$h_{1-2} = i_{1-2} \cdot l_{1-2}$

Продолжение таблицы 6.1

Отметки, м								Глубина заложения $H$ , м		Примечание
поверхности земли		уровня воды		шелыги		лотка		Н	К	
Н	К	Н	К	Н	К	Н	К			Н
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
по ген-плану с горизонталями $Z_{31}$	по ген-плану с горизонталями $Z_{32}$	$Z_{B1} = Z_{Л1} + h$ или $Z_{B1} = Z_{B2} + il_{1-2}$	$Z_{B2} = Z_{Л2} + h$ или $Z_{B2} = Z_{B1} - il_{1-2}$	$Z_{Ш1} = Z_{Л1} + d$ или $Z_{Ш2} = Z_{Л2} + il_{1-2}$	$Z_{Ш2} = Z_{Л2} + d$ или $Z_{Ш1} = Z_{Ш2} - il_{1-2}$	$Z_{Л1} = Z_{31} - H_1$ или $Z_{Л2} = Z_{Л1} + il_{1-2}$	$Z_{Л2} = Z_{Л1} - il_{1-2}$ или $Z_{Л2} = Z_{32} - H_2$	по табл. 5.1 $H_1$	$H_2 = Z_{32} - Z_{Л2}$	

Н - начало участка, К - конец участка

быть использованы расчетные таблицы для водопроводных труб /13/, при этом потери напора в напорном трубопроводе:

в первом случае по /7, 10/, м:

$$h_{W,H} = i \cdot L \cdot k_m; \quad (33)$$

во втором по /13/:

$$h_{W,H} = i_1 \cdot L \cdot k_m \cdot k_1, \quad (34)$$

где:  $i, i_1$  - потери напора на единицу длины, принимаются соответственно по /7/, табл. 44; /13/;

$L$  - длина напорного трубопровода, м;

$k_m$  - коэффициент, учитывающий местные сопротивления (при поворотах, переходах и т.д.),  $k_m = 1,10$ ;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий повышение потерь напора на трение при пропуске сточных вод,  $k_1 = 1,17 \div 1,20$ .

Скорости движения следует принимать 1,00 - 1,50 м/с или по приложению 2.

Глубина заложения напорных трубопроводов после насосных станций принимается на 0,50 м больше глубины промерзания, считая до низа трубы /2, 4/.

## 8. Перекачка сточных вод.

### Насосные станции и шнековые подъемники

При решении схемы канализации для подачи воды на очистные сооружения, перекачке сточных вод из одного бассейна стока в другой, вышерасположенный, устраиваются главная (ГНС) и районные (РНС) насосные станции перекачки. Для подачи сточной жидкости из низкорасположенного коллектора в вышележащий устраивают насосные станции подкачки и шнековые подъемники (ШП).

В первом случае место расположения ГНС, РНС, ШП определяется в зависимости от санитарных, гидрометеорологических, топографических условий местности, по результату технико-экономического

сравнения вариантов с учетом стоимости строительства и эксплуатации.

Во втором случае расположение РНС и ШП определяют главным образом в результате гидравлического расчета сетей водоотведения с учетом топографических условий /8/.

После насосных станций подкачки, перекачки при подаче сточных вод в самотечный коллектор устанавливается колодец гаситель напора (КГН). Глубина заложения трубопроводов после КГН определяется условиями подключения к последующим участкам сети или принимается равной наименьшей глубине заложения  $h_3$  /1/ по аналогичным схемам рис. 8.2.

Насосные станции устраивают при глубине заложения подводных коллекторов (при производстве работ открытым способом): в скальных грунтах до 4,00 – 5,00 м, в мокрых плавунных до 5,00 – 6,00 м, в сухих нескальных до 7,00 – 8,00 м /8/.

При малых расходах сточных вод для подкачки (без подачи в напорный коллектор) на небольшую высоту подъема (до 2,00 - 7,00 м) применяются шнековые подъемники. Схемы возможных вариантов расположения шнековых подъемников приведены на рис. 8.2. Подбор осуществляют в зависимости от требуемого напора ( $H_{ш.п.}$ ) и максимального расхода  $Q_{цит}^{пров.}$  (л/с) (из табл. 6.1).

Требуемая высота подачи шнекового подъемника:

$$H_{ш.п.} = Z_1 - Z_2 ,$$

где:  $Z_1$  - отметка уровня сточных вод в первом колодце на самотечной линии после шнекового подъемника;

$Z_2$ -отметка уровня воды в подводящем коллекторе (из табл. 6.1).

Глубина заложения трубопроводов после шнекового подъемника определяется условиями подключения к последующим участкам сети (рис. 8.2 а, в) или принимается равной наименьшей глубине заложения  $h_3$  /1/, (рис. 8.2 б).

В объеме курсового проекта расчет насосной станции (ГНС), станций подкачки, шнековых подъемников не производится, однако на схеме они показываются. Схема высотного расположения ГНС представлена на рис. 8.1

где:  $Z_{п.к.}$  - отметка воды в приемной камере очистных сооружений, м

$$Z_{\text{П.К.}} = Z_{\text{В}} + h_{\text{О.С.}}$$

где:  $Z_{\text{В}}$  - отметка максимального горизонта воды в водоеме, принимается на 1,00 м ниже отметки горизонтали земли в месте выпуска сточных вод, м;

$Z_{\text{р}}$  - расчетная отметка уровня сточных вод в приемном резервуаре ГНС, принимается для насосной станции с регулирующим резервуаром равной отметки среднего уровня сточных вод в них - на 1,00 м ниже лотка подводящего коллектора /8/;

$h_{\text{О.С.}}$  - потери напора на очистных сооружениях, ориентировочно рекомендуется принимать 7,00 - 8,00 м. /4/.

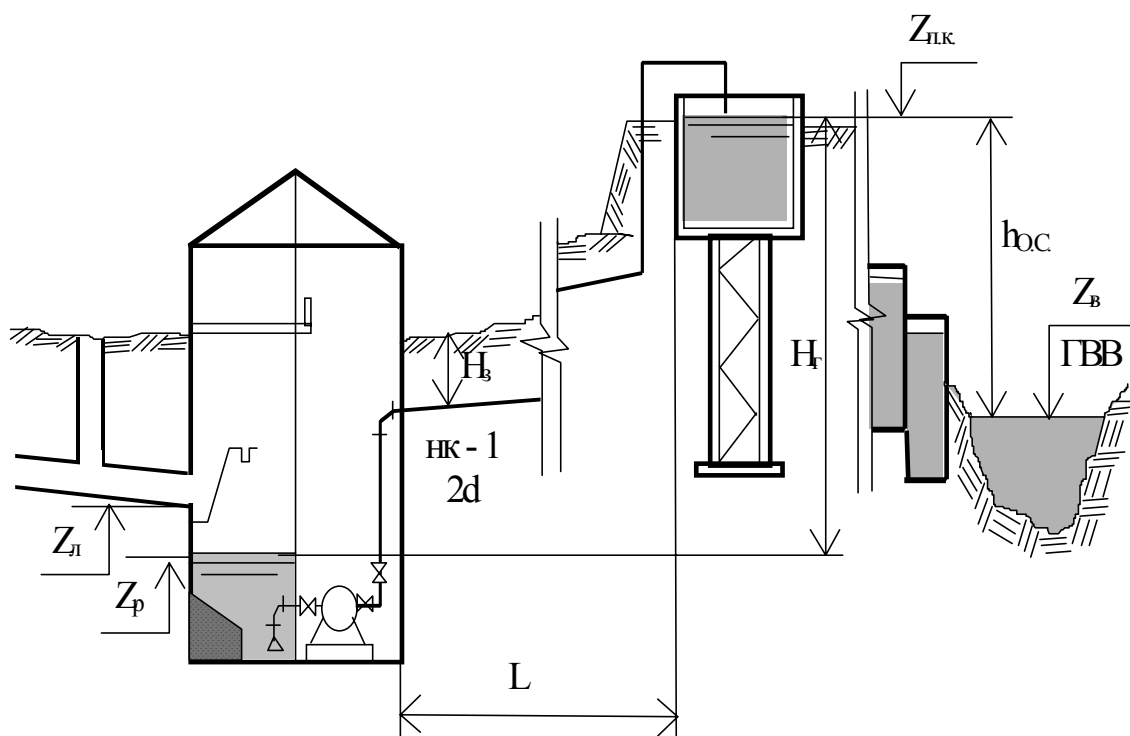
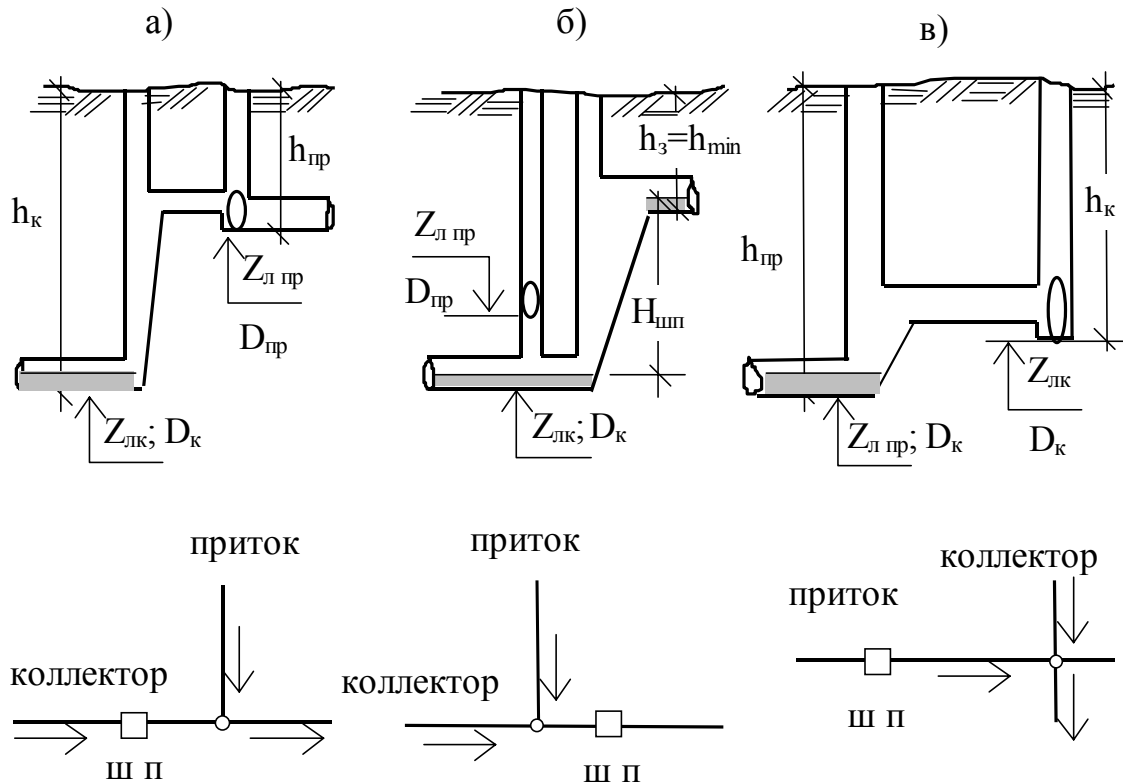


Рис. 8.1 Схема подачи сточных вод главной насосной станции



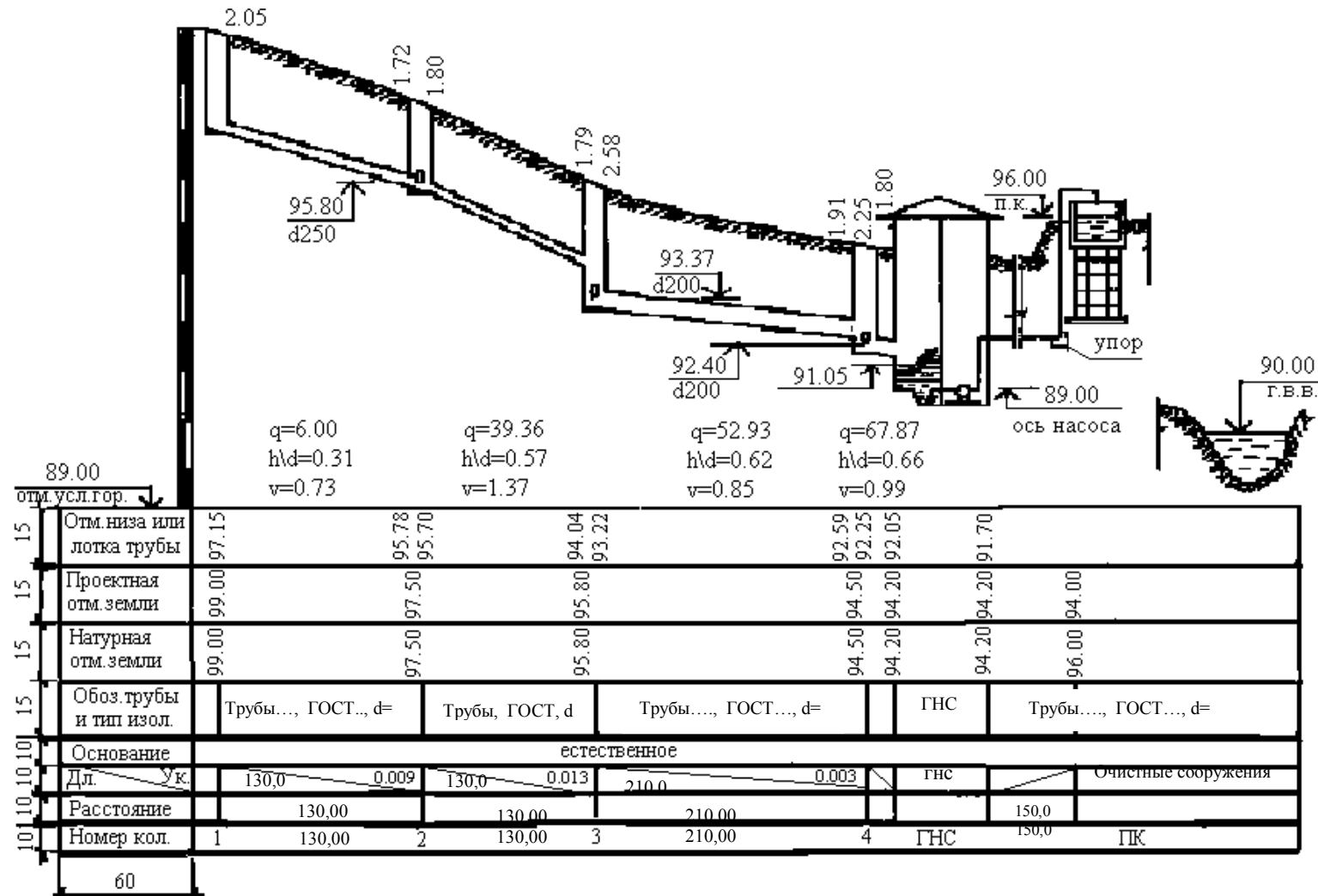
а) при  $h_k > h_{пр}$ ; б) при  $h_k \approx h_{пр}$ ; в) при  $h_k < h_{пр}$

Рис. 8.2 - Схема вариантов расположения шнековых подъемников

## 9. Проектирование высотной схемы канализационной сети

Проектирование высотной схемы канализационной сети (составление продольных профилей) осуществляется от наиболее удаленных колодцев уличной сети по районным, главному коллекторам через главную насосную станцию до выпуска в водоем. Продольные профили выполняют на миллиметровой бумаге по форме рис. 9.1, масштаб горизонтальный 1:5000 или 1:10000, вертикальный - 1:100 - 1:500, с обязательным указанием боковых присоединений их диаметров и отметок лотков. Графическая часть выполняется в соответствии с требованием ГОСТ 21.604 – 82.

Рис. 9.1 - Продольный профиль канализационного коллектора



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. -72 с.
2. СНиП 2.04.03-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985, - 136 с.
3. Укрупненные нормы водоотведения для различных отраслей промышленности. - М.: Стройиздат, 1982. - 526 с.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Под ред. В.Н. Самохина. - М.: Стройиздат, 1981. - 639 с.
5. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий /Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.
6. Ботук Б.О., Федоров Н.В. Канализационные сети. - М.: Стройиздат, 1974. - 256 с., ил.
7. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формулам акад. Н.Н. Павловского. - М.: Стройиздат, 1987. - 152 с., ил.
8. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. - М.: Стройиздат, 1986. - 320 с., ил.
9. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения. - М.: Стройиздат, 1987. - 336 с., ил.
10. Федоров Н.Ф., Волков Л.Е. Гидравлический расчет канализационных сетей. Расчетные табл.- М.: МХК РСФСР, 1964.-253 с
11. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: Справочник /Под ред. А.С. Москвитина. - М.: Стройиздат, 1979. - 430 с., ил. - ( Справочник монтажника).
12. Шевелев Р.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. - М.: Стройиздат, 1984. - 116 с.
13. Семенов В.Н. Унификация и стандартизация документации для строительства. - Л.: Стройиздат, 1985. - 223 с.
14. Типовые проектные решения 902 - 09 - 22.84. Колодцы канализационные.- М.: ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1983.
15. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1984, - 138 с.
16. Арутюнян К.Г., Смирнов В.П. Применение шнековых насосов для перекачки сточных вод и их осадков. – М.: Стройиздат, 1977. – 127 с.



## Приложение 1

Коэффициенты часовой неравномерности некоторых отраслей промышленности  $K_{hr}^{n.n.}$

Бумажная	1,30 - 1,80	Пищевая	1,50 - 2,00
Кожевенная	1,50 - 2,10	Текстильная	1,00- 1,15
Металлургическая	1,00 - 1,10	Химическая	1,30 - 1,50
Машиностроительная	1,80		

/Яковлев С.В., Карелин Я.А., и др. Канализация. - М.: Стройиздат, 1975. - 632 с/

## Приложение 2

Экономичные скорости движения сточных вод в напорных трубопроводах /4/

Диаметр труб, мм	Скорость в напорном трубопроводе, м/с
до 250	1,00 – 1,50
300 - 800	1,20 – 2,00
более 800	1,80 – 2,50

### Приложение 3

Минимальные скорости ( $V_{\min}$ , м/с) для  
трубопроводов в зависимости от наполнения (h/d)

D, мм \ h/d	0,20	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,70	0,75	0,8
200	-	-	-	-	-	0,70*	-	-	-
250	-	-	-	-	0,72	0,77	0,80*	-	-
300	-	-	-	-	0,73	0,79	0,80*	-	-
400	-	-	-	-	0,72	0,77	0,80*	-	-
500	-	-	-	0,73	0,81	0,87	0,90	0,90*	-
600	-	-	0,70	0,80	0,89	0,95	1,00	1,00*	-
700	-	-	0,70	0,82	0,90	0,97	1,01	1,00*	-
800	-	-	0,70	0,80	0,89	0,96	1,00	1,00*	-
900	-	-	0,78	0,90	1,00	1,07	1,10	1,15*	-
1000	-	0,72	0,80	0,93	1,03	1,11	1,15	1,17	1,15*
1200	-	0,72	0,79	0,92	1,02	1,10	1,14	1,16	1,15*
1400	0,70	0,79	0,88	1,02	1,13	1,21	1,27	1,28	1,29*
1500	0,70	0,79	0,87	1,02	1,13	1,21	1,26	1,28	1,30*
1750	0,77	0,87	0,97	1,12	1,24	1,33	1,39	1,41	1,50*
2000	0,84	0,95	1,06	1,23	1,36	1,46	1,52	1,51	1,50*

Минимальные скорости ( $V_{\min}$ , м/с) подсчитаны по формуле  
Н.Н. Павловского /7/, \*  $V_{\min}$ , м/с, при наибольшем расчетном напол-  
нении /1/, табл. 16.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Объём и состав курсового проекта	3
Состав расчетно-пояснительной записки	3
Графическая часть проекта	4
1. Подготовка исходных данных	4
2. Выбор системы и схемы водоотведения города	5
3. Определение расчетных расходов	7
3.1. Определение количества сточных вод от населения го- рода.	7
3.2. Определение расходов сточных вод от промышленных предприятий	11
4. Определение расчетных расходов по участкам сети	16
5. Определение глубины заложения начальных участков уличной сети	20
6. Гидравлический расчет хозяйственно-бытовых сетей водо- отведения	22
7. Расчет напорных трубопроводов	25
8. Перекачка сточных вод. Насосные станции, шнековые подъемники	27
9. Проектирование высотной схемы канализационной сети	30
Библиографический список	32
Приложения	33
Оглавление	35

Составитель:  
Марина Витальевна Круппо

### ВОДООТВОДЯЩИЕ СЕТИ ГОРОДА

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине “Специальные вопросы водоснабжения и водоотведе-  
дения” для студентов специальности 290500

Утверждены на заседании кафедры «Водоснабжение и  
водоотведение» 6 мая 2002 г., протокол № 7, одобрены  
методической комиссией Строительного факультета.

Редактор Н.П. Лавренюк

---

Изд.лиц. №	от	г. Подписано в печать 00.00.2002 г.
Формат бумаги		
Усл. Печ. Л	Уч.-изд. л. 3,70	Тираж 75 экз. Заказ №

---

Сибирский государственный индустриальный университет,  
654007, Новокузнецк, ул. Кирова, 42.  
Издательский центр Сиб ГИУ.