

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ НА ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЯХ**

Рекомендовано Редсоветом университета  
в качестве учебного пособия для студентов,  
обучающихся по направлению 270800 «Строительство»  
(магистратура)

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2013

УДК 628.25: 711.021.2 (075.8)

ББК 38.761я73

П79

*Учебное пособие подготовлено в рамках проекта  
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки  
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»  
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –  
«Кадры для регионов»)*

Рецензенты: кандидат технических наук, профессор  
кафедры «Техносферная безопасность»  
М.Я. Кордон (ПГУ);  
кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Водоснабжение, водоотведение,  
и гидротехника» И.А. Каледа (ПГУАС)

Авторы: Н.И. Ишева,  
Л.А. Грунюшкина,  
М.В. Бикунова,  
С.В. Ишев,  
Д.Г. Скопинцев

**Проектирование** сооружений на водоотводящих сетях:  
П79 учеб. пособие / Н.И. Ишева [и др.]; под общ. ред. д-ра техн.  
наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 88 с.

Изложены вопросы проектирования сооружений на водоотводящих сетях. Рассмотрены материалы труб и их соединений, используемые в системе водоотведения. Даны методика и примеры расчетов сооружений на водоотводящих сетях.

Учебное пособие направлено на формирование у студентов профессиональных компетенций, таких, как: способность демонстрировать навыки работы в научном коллективе, креативность; способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «НПП Геотек» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 270800 «Строительство» (магистратура).

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с учебной программой по дисциплине «Оптимизация параметров водоотводящей сети» и состоит из трех разделов.

В первом разделе изложены требования по размещению подземных сетей в плане и по высоте.

Во втором – приведены сведения по трубам и способам их соединения, используемым для устройства канализационных сетей.

Третий раздел имеет пять подразделов. В первом подразделе освещены вопросы о смотровых колодцах: их типах, основных элементах и материалах изготовления. Приведены размеры железобетонных конструкций колодцев, выпускаемых промышленностью. Изложена последовательность конструирования колодцев с использованием типовых решений. Даны примеры расчета узлового колодца с одним присоединением. Во втором подразделе рассмотрены перепадные колодцы. Даны примеры расчета и конструирования колодцев с перепадом в виде стояка и в виде водослива практического профиля. В третьем подразделе освещены вопросы, связанные с проектированием дюкеров. Приведены основные нормативные требования, схемы и детальные расчеты. Все расчетные примеры пособия снабжены необходимым графическим материалом. Четвертый подраздел посвящен дождеприемникам, которые устанавливаются на дождевой водоотводящей сети. Обращено внимание на устройство лотков, по которым отводится дождевая вода перед поступлением ее в дождеприемник. В пятом подразделе указаны условия использования шнековых насосных станций, применяемых при проектировании канализационных сетей во избежание их большой глубины заложения. Указаны основные типовые размеры шнековых насосов.

В приложениях дана информация по схемам дождеприемников, которые устанавливаются на дождевой сети. Указаны основные конструктивные элементы для дождеприемников.

Данная работа предназначена в качестве учебного пособия по проектированию, устройству и эксплуатации канализационных сетей для студентов, обучающихся по направлению 270800.68

«Строительство» по магистерской программе «Водоотведение населенных пунктов и промышленных предприятий».

Авторы выражают признательность профессору кафедры «Техносферная безопасность» ПГУ М.Я. Кордону и доценту кафедры «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» И.А. Каледа за ценные советы и замечания, сделанные при рецензировании учебного пособия.

## ВВЕДЕНИЕ

Состояние окружающей среды и условия проживания населения определяют одну из наиболее острых социальных проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. Актуальность данного вопроса в значительной степени зависит от состояния инженерной инфраструктуры, в первую очередь сетей водоснабжения и водоотведения, играющих важную роль в функциональном жизнеобеспечении населенных мест.

При проектировании канализационной сети обращают внимание на различные гидрогеологические условия, чтобы выбрать нужный материал труб, обеспечивающий длительность службы сети, надежность в эксплуатации, экономичность и простоту строительства. Устройство колодцев и камер весьма дорого, поэтому при проектировании сети следует добиваться наименьшего их числа.

## 1. РАЗМЕЩЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

В реальном проектировании расположение водоотводящих сетей обязательно должно увязываться с размещением других инженерных сетей и сооружений. Инженерные сети прокладываются преимущественно по улицам, в пределах красных линий, по возможности – вне проезжей части. Примеры расположения сетей представлены на рис. 1.1, 1.2, 1.3. Минимальное расстояние в плане от наружной поверхности труб до инженерных устройств и сооружений следует принимать согласно [1, 2, п. 4.11] или табл. 1.1. Минимально допустимые расстояния между инженерными сетями приведены в [2, п. 4.11] или в табл. 1.2.

При подземной прокладке сетей необходимо соблюдать допустимые расстояния между сетями и в вертикальной плоскости [2, п. 4.13]. Так, трубопроводы, транспортирующие воду питьевого качества, следует размещать выше канализационных трубопроводов, на расстоянии не менее чем 0,4 м. Если нельзя выдержать данное условие, то допустимо водопроводные трубопроводы прокладывать ниже канализационных, придерживаясь следующих требований:

- на данных участках водопроводов трубопроводы прокладываются из стальных труб;

- трубы водопровода заключаются в футляр, при этом расстояние от стенок канализационных труб до обреза футляра должно быть не менее 5 м в каждую сторону для глинистых грунтов и не менее 10 м для других грунтов;

- канализационные трубопроводы на этих участках выполняются из чугунных труб.

Теплопроводы открытых систем теплоснабжения и трубопроводы сетей горячего водоснабжения разрешается прокладывать ниже или выше канализационных сетей, если расстояние между ними составляет не менее 0,4 м.

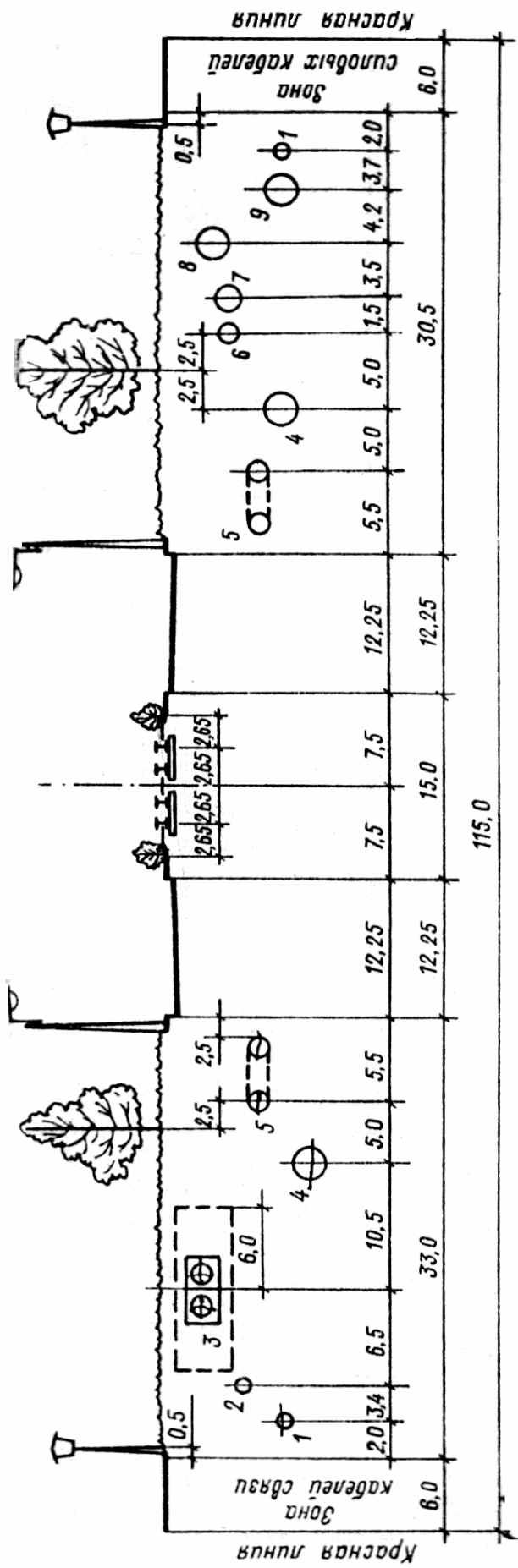


Рис. 1.1. Расположение инженерных сетей на магистральных улицах общественного значения с трамвайной полосой

- 1 – сборные трубопроводы ливневой канализации; 2 – производственный водопровод; 3 – теплопроводы;
- 4 – магистральная линия ливневой канализации; 5 – распределительная сеть водопровода;
- 6 – газопровод среднего давления; 7 – то же, высокого давления; 8 – магистральный водопровод;
- 9 – хозяйственно-бытовая канализация







Таблица 1.1

## Размещение инженерных сетей в плане относительно инженерных устройств и сооружений

Сети	Фундаменты зданий и сооружений, путей, проводов и тоннелей	Ограждения опор контактной сети и связи	Ось крайнего пути		Бортовые камни тротуаров и дорог	Наружная бровка кювета или подошва насыпи (улицы, дороги)	Фундаменты опор воздушных линий электропередачи напряжения		
			ж/д (колея 1520 мм), но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи и бровки насыпи	трамвая			до 1 кВ	1–35 кВ	110 кВ и выше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Водопровод и напорная канализация	5,0	1,5	4,0	2,8	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0
Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3,0	3,0	4,0	2,8	1,5	1,0	1,0	2,0	3,0
Дренажи	3,0	1,0	4,0	2,8	1,5	1,0	1,0	2,0	3,0
Газопровод давлением до 0,005 МПа;	2,0	1,0	3,8	2,8	1,5	1,0	1,0	5,0	10,0
0,005–0,3 МПа;	4,0	1,0	4,8	2,8	1,5	1,0	1,0	5,0	10,0
0,3–0,6 МПа;	7,0	1,0	7,8	3,8	2,5	2,0	1,0	5,0	10,0
0,6–1,2 МПа	10,0	1,0	10,8	3,8	2,5	2,0	1,0	5,0	10,0

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тепловые сети (от наружной стенки канала)	2,0	1,5	4,0	2,8	1,5	1,0	1,0	2,0	3,0
Тепловые сети при бесканальной прокладке	5,0	1,5	4,0	2,3	1,5	1,0	1,0	2,0	3,0
Кабели силовые	0,6	0,6	3,2	2,8	1,5	1,0	0,5	10,0	10,0
Кабели связи	0,6	0,5	3,2	2,8	1,5	1,0	0,5	10,0	10,0
Общие коллекторы	2,0	1,5	10,0	2,8	1,5	1,0	1,5	5,0	10,0

**П р и м е ч а н и я :** 1. Для электрифицированных железных дорог расстояние от осп ближайшего пути до силовых кабелей и теплопроводов не менее 10,8 м.

2. Расстояния от сетей водопровода и напорной канализации до фундаментов городских теплопроводов и тоннелей допускается принимать 2 м при условии прокладки указанных трубопроводов выше на 0,5 м оснований теплопроводов и тоннелей.

3. В графе 1 таблицы указаны газопроводы соответственно низкого, среднего и высокого давления.

4. В графах 2–10 приведены расстояния, м, по горизонтали в свету.

Таблица 1.2

## Размещение инженерных сетей относительно друг друга

Сети	Расстояния, м, по горизонтали в свету до											тепловых сетей	общих коллекторов
	водо-про-вода	канали-зации (бытовой)	дрена-жей и дожде-вой кана-лиза-ции	газопроводов давлением, МПа			кабелей силовых, кВ		кабе-лей связи				
				до 0,005	0,005-0,3	0,3-0,6	0,6-1,2	до 35 кВ		35-110			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Водопровод	0,7-5,0	см. приме-чания	1,5	1,0	1,0	1,5	2,0	1,0	1,0	0,5	1,5	1,5	
Канализация (бытовая)	см. приме-чания	0,4	0,4	1,0	1,5	2,0	5,0	1,0	1,0	0,5	3 - при беска-нальной, 1 - при проклад-ке в кана-лах	2,0	
Дренажи и дождевая канализация	1,5	0,4	0,4	1,0	1,5	2,0	5,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,5	
Газопроводы давлением до 0,005 МПа;	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	
0,005-0,3 МПа;	1,0	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	
0,3-0,6 МПа;	1,5	2,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0	
0,6-1,2 МПа	2,0	5,0	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кабели силовые до 35 кВ; 35–110кВ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,1–0,5	0,5	0,5	2,0	2,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	0,5	0,5	0,5	2,0	2,0
Кабельные линии связи	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	–	1,0	1,0
			3 – при беска-нальной, 1 – при прокладке в каналах									
Тепловые сети	1,5		1,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	1,0	–	2,0
Общие коллекторы	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	4,0	4,0	2,0	2,0	1,0	2,0	–

**П р и м е ч а н и я :** 1. При параллельной прокладке водопроводов питьевой воды и канализации расстояние между ними должно быть не менее 1,5 м при диаметре водопроводной линии  $d_y < 200$  мм и не менее 3 м при  $d_y > 200$  мм, на этих участках водопровод монтируется из стальных труб.

2. При параллельной прокладке в одной траншее двух и более водопроводов расстояние между ними в свету должно быть: для труб  $d_y < 300$  мм – не менее 0,4 м, для труб  $d_y > 300$  мм – не менее 0,5 м.

3. Расстояние от бронированных кабелей связи до газопроводов принимается равным 1 м. При бронированных кабелях связи расстояние до газопроводов принимается равным 1 м.

4. При диаметре труб водопровода  $d_y > 300$  мм расстояние между ними и кабелями связи принимается не менее 1 м.

5. Конкретные расстояния между водопроводными линиями в зависимости от диаметра трубопроводов, материала изготовления и вида грунтов даются в СНиП 2.04.02–84.

Расстояние между трубопроводами различного назначения (кроме канализационных, пересекающих водопроводные) должно быть не менее 0,2 м. Прокладка трубопроводов под железнодорожными и трамвайными путями, считая от подошвы рельса, или автодорогами, считая от верха покрытия проезжей части до верха трубы или ее футляра, осуществляется на глубине не менее 1 м при открытом способе производства работ.

Силовые кабели и кабели связи прокладываются выше трубопроводов, при этом минимально допустимые расстояния между ними должны быть следующими:

- между трубопроводами и силовыми кабелями до 35 кВ и кабелями связи – 0,5 м;
- между трубопроводами и силовыми кабелями 110–220 кВ – 1 м.

## 2. ТРУБЫ И СПОСОБЫ ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Трубы, применяемые для отвода сточных вод, должны быть прочными и долговечными, водонепроницаемыми, достаточно гладкими, устойчивыми, по отношению к коррозии и температурному влиянию.

Для наружных сетей водоотведения применяются в основном безнапорные трубы: керамические (рис. 2.1), асбестоцементные (рис. 2.2), железобетонные, бетонные. Трубы керамические производятся по ГОСТ 286–82. Они получили наиболее широкое применение при устройстве отвода бытовых и производственных сточных вод. Керамические трубы изготавливаются с раструбом на одном конце и гладким концом с нарезками-канавками – на другом (см. рис. 2.1).

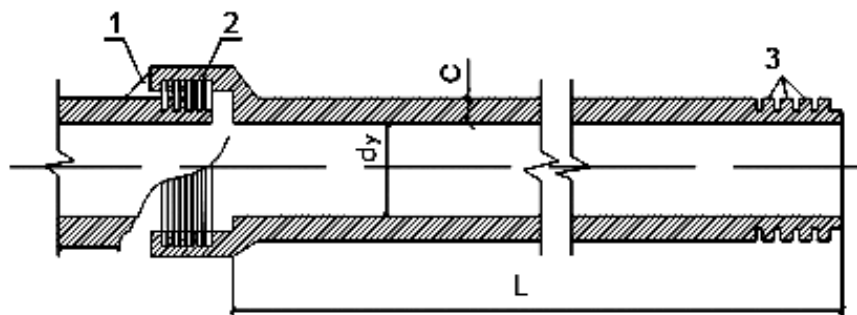


Рис. 2.1. Трубы керамические канализационные (ГОСТ 286–82) и их стыковые соединения:

- 1 – асфальтовый или асбестоцементный замок;
- 2 – смоляная прядь; 3 – рифли (не менее 5 шт.)

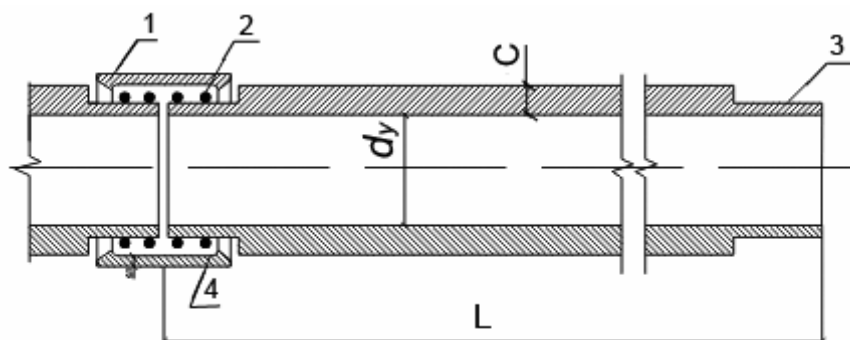


Рис. 2.2. Трубы асбестоцементные и их стыковые соединения:  
 1 – клиновый уступ (замок); 2 – резиновые кольца;  
 3 – фальцевый конец; 4 – асбестоцементная муфта

Размеры керамических труб приведены в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2 . 1

Основные размеры керамических труб

Условный диаметр $d_y$ , мм	Толщина стенки $C$ , мм	Длина $L$ , мм
150	19	1000–1200
200	20	–
250	22	800, 1000, 1200
300	25	
350	28	
400	30	
450	34	
500	36	
550	39	
600	41	

Основные размеры асбестоцементных труб сведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Основные размеры асбестоцементных труб

Условный диаметр $d_y$ , мм	Толщина стенки $C$ , мм	Длина $L$ , мм
150	19	1000–1200
200	20	–
200	11	3950
300	14	
400	17	

Трубы железобетонные изготавливаются по ГОСТ 6482–88. Применяются для отвода больших расходов бытовых и дождевых сточных вод.

Трубы в зависимости от вида их соединения подразделяются на следующие типы:

РТ – раструбные цилиндрические, со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами;

РТБ – раструбные цилиндрические, с упорным буртиком на стыковой поверхности втулочного конца трубы и стыковыми соединениями, уплотняемыми с помощью резиновых колец;

РТС – раструбные цилиндрические, со ступенчатой стыковой поверхностью втулочного конца трубы, стыковые соединения которых уплотняются с помощью резиновых колец;

ФТ – фальцовые цилиндрические, со стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами;

РТП – раструбные, с подошвой и стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами;

РТПБ – раструбные, с подошвой и с упорным буртиком на стыковой поверхности втулочного конца трубы, стыковые соединения этих труб уплотняют с помощью резиновых колец;

РТПС – раструбные, с подошвой, со ступенчатой стыковой поверхностью втулочного конца трубы и стыковыми соединениями, уплотняемыми с помощью резиновых колец;

ФТП – фальцовые, с подошвой и стыковыми соединениями, уплотняемыми герметиками или другими материалами.

Типы труб представлены на рис. 2.3–2.7.

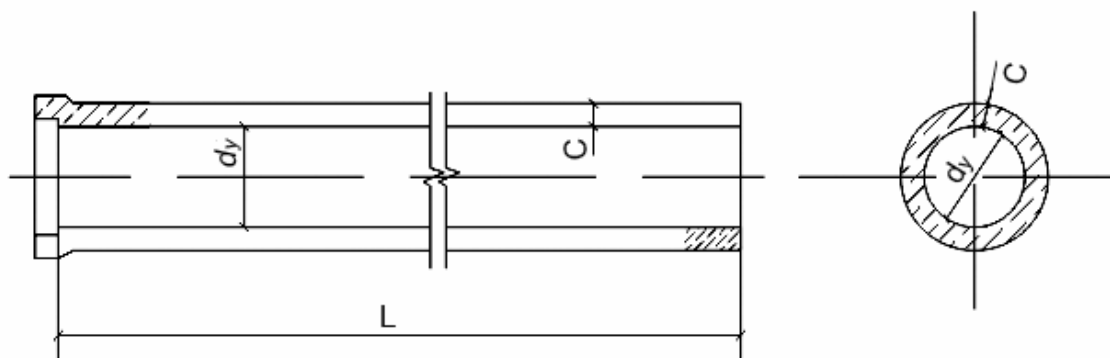


Рис. 2.3. Трубы железобетонные безнапорные типа РТ



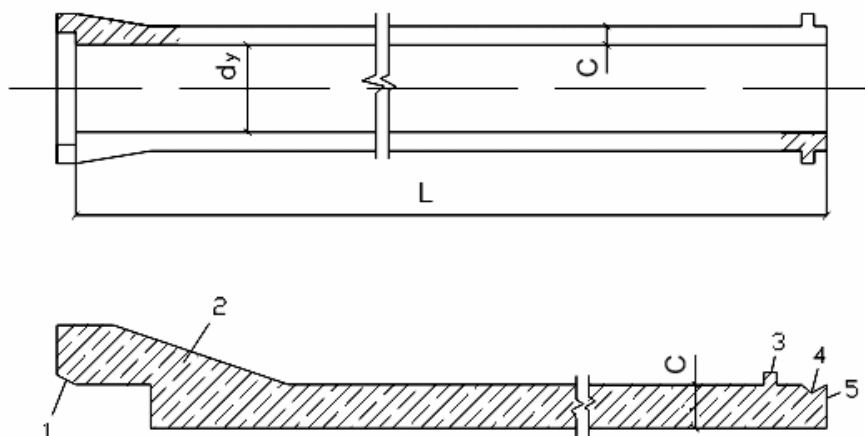


Рис. 2.4. Трубы железобетонные безнапорные типа РТБ:  
 1 – фаска; 2 – раструб; 3 – упорный буртик; 4 – канавка;  
 5 – клиновый уступ (замок)

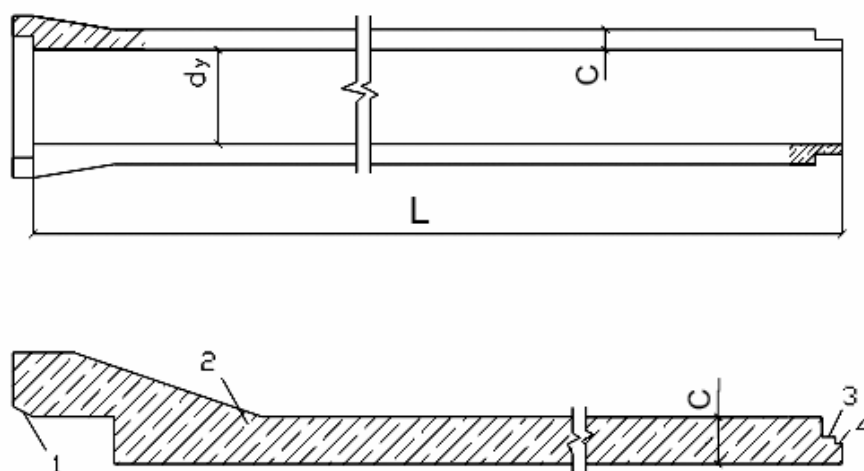


Рис. 2.5. Трубы железобетонные безнапорные типа РТС:  
 1 – фаска; 2 – раструб; 3 – широкая ступень; 4 – узкая ступень

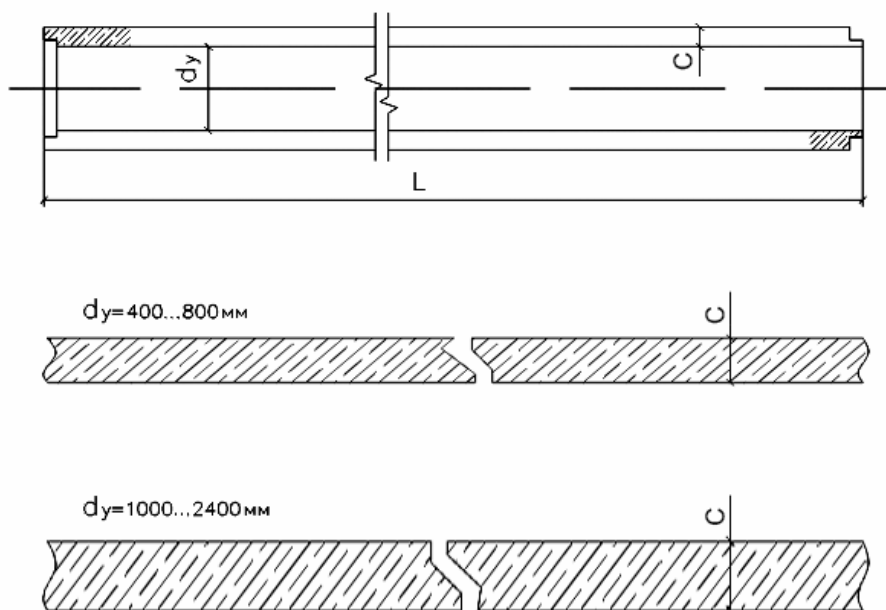


Рис. 2.6. Трубы железобетонные безнапорные типа ФТ

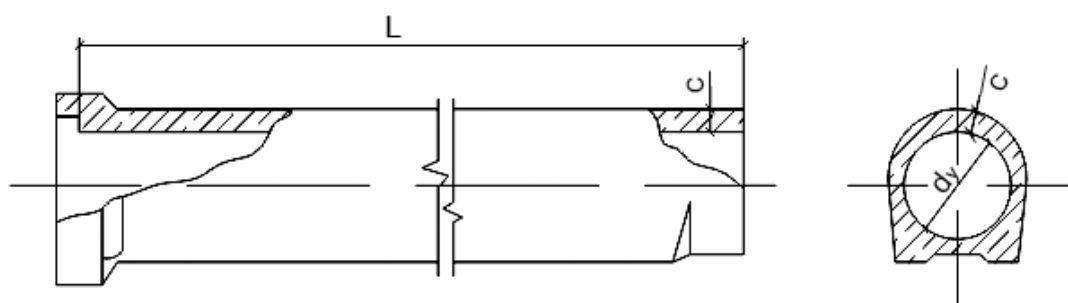


Рис. 2.7. Трубы железобетонные безнапорные типа РТП

Размеры труб приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Основные размеры железобетонных труб

Условный диаметр $d_y$ , мм	Толщина стенки трубы $C$ , в зависимости от типа труб, мм								Длина $L$ , мм
	РТ	РТБ	РТС	ФТ	РТП	РТПБ	РТПС	ФТП	
400	50	50	50	50	—	—	—	—	2500
500 600	60	60	60	60	—	—	—	—	5000
800	80	80	80	80	—	—	—	—	—
1000	—	—	100	100	100	110	100	100	3500
1200 1400	110	110	110	110	110	—	110	110	5000
1600	120	120	120	120	120	120	120	120	—
2000	130	—	—	130	130	—	—	130	4500
2400	150	—	—	150	150	—	—	150	3000

Трубы бетонные изготавливаются по ГОСТ 20054–82.

Они применяются для отвода бытовых и дождевых сточных вод, а также производственных сточных вод, не агрессивных по отношению к бетону. Трубы в зависимости от вида их соединения подразделяются на следующие типы:

ТБ – аналогичны железобетонным РТ;

ТБС – то же, РТС;

ТБПС – то же, РТПС;

ТФБ – то же, ФТ;

ТБПФ – то же, ФТП.

Размеры труб представлены в табл. 2.4.

Т а б л и ц а 2 . 4

Основные размеры бетонных труб

Условный проход $d_y$ , мм	Полезная длина $L$ , мм					Толщина стенки $S$ , мм
	ТБ	ТБС	ТБФ	ТБПС	ТБПФ	
100	1000	–	–	–	–	40
150	1000	–	–	–	–	40
200	1500	–	–			50
300	1500	–	1500	–	–	60
400	1500	1500	1500	–	–	70
500	2000	2000	2000	–	–	80
600	2000	2000	2000	2000	–	90
800	2000	2000	2000	2000	–	100
1000	2000	2000	–	2000	2000	110

При переходах через реки, овраги, автомобильные и железные дороги, а также при пересечении с водопроводом, прокладываемым ниже канализации, применяются стальные или чугунные трубы.

Трубы стальные выпускаются по различным ГОСТам в зависимости от способа изготовления и действующих диаметров трубопроводов.

Приведем таблицу сортамента наиболее используемых труб по ГОСТ 10704–91 (табл. 2.5).

Таблица 2.5

## Основные размеры стальных труб

Наружный диаметр $D_{н}$ , мм	159	180	219	273	325	377	426
Толщина стенки трубы $S$ , мм	4,5	5	9	9	9	10	12
Наружный диаметр $D_{н}$ , мм	480	530	630	720	820	920	1020
Толщина стенки трубы $S$ , мм	12	12	12	10	10	10	10

Трубы чугунные напорные изготавливаются по ГОСТ 9583–75\* (табл. 2.6). Они имеют раструбные соединения и в зависимости от толщины стенки трубы выпускаются трех классов: ЛА, А и Б.

Таблица 2.6

## Основные размеры чугунных труб

Условный диаметр $d_y$ , мм	Толщина стенки трубы $S$ , мм, класса			Длина $L$ , мм
	ЛА	А	Б	
150	8,3	9,2	10	4000–6000
200	9,2	10,1	11	
250	10,0	11,0	12	
300	10,8	11,9	13	
350	11,7	12,8	14	
400	12,5	13,8	15	
500	14,2	15,6	17	
600	15,8	17,4	19	
700	17,5	19,3	21	
800	19,2	21,1	23	
900	20,8	22,9	25	
1000	22,5	24,8	27	

### 3. СООРУЖЕНИЯ НА ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЯХ

В зависимости от назначения водоотводящих сетей (бытовые, дождевые, производственные) на них устраиваются колодцы различного типа, дождеприемники, разделительные камеры, регулирующие резервуары, дюкеры, переходы (под дорогами), выпуски.

В пособии рассматриваются только основные сооружения на хозяйственно-бытовой и дождевой водоотводящих сетях.

#### 3.1. Смотровые колодцы

Согласно [1 п. 4.14], смотровые колодцы устраиваются на сети:

- в местах присоединения трубопроводов;
- в местах изменения направления трубопроводов;
- в узловых точках сети при изменении диаметров и уклонов трубопроводов;
- на прямых участках сети – линейные колодцы (табл. 3.1).

Т а б л и ц а 3 . 1

Максимально допустимые расстояния между колодцами

Диаметр трубопровода $D_y$ , мм	Расстояние между линейными колодцами, м
150	35
200–450	50
500–600	75
700–900	100
1000–1400	150
1500–2000	200
Свыше 2000	250–300

Глубина колодцев определяется при геодезическом расчете водоотводящей сети и затем показывается при построении продольных профилей.

Минимальную глубину колодцев назначают, исходя из двух критериев: глубины промерзания грунта и механических разрушений трубопроводов [1, п. 4.8].

Максимальная глубина колодцев зависит от вида грунта и при открытом способе производства работ не превышает 5–7 м.

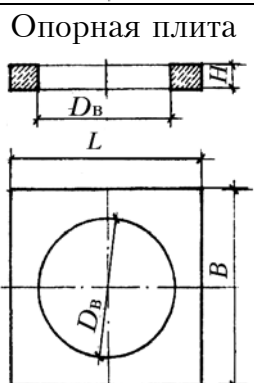
Колодцы выполняются из кирпича, бетона и железобетона, по форме в плане круглыми и прямоугольными. Они состоят из следующих основных элементов: плиты днища, лотковой части, рабочей части, плиты перекрытия и горловины с люком. Размер колодца в плане определяется по рабочей части и не должен быть менее 1000 мм.

В настоящее время в практике проектирования используются типовые альбомы 902-09-22.84 «Колодцы канализационные». Наиболее часто применяются колодцы круглые из сборного железобетона для труб диаметром  $D_y = 150...1200$  мм (альбом II).

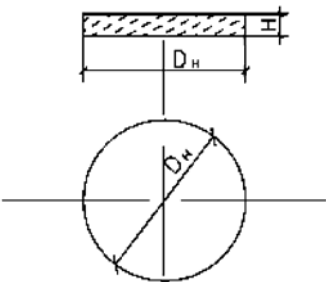
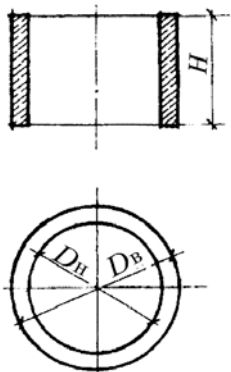
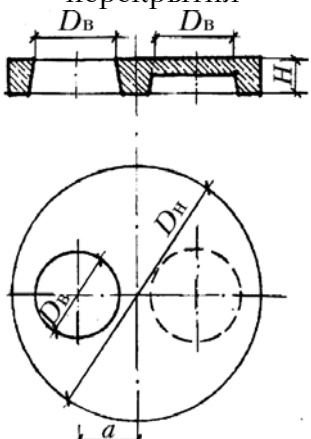
Номенклатура конструкций по [3], используемых для данных канализационных колодцев, представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Форма и основные размеры конструкций колодцев

Наименование и форма конструкции	Марка конструкции	Размеры, мм			
		внутренний диаметр колец и лазов $D_B$	наружный диаметр $D_H$	высота конструкции $H$	расстояние между осями плиты перекрытия и лаза $a$ или $L \times B$
1	2	3	4	5	6
<p>Опорное кольцо</p> 	К06	580	840	70	—
<p>Опорная плита</p> 	П010	1000	—	150	1700×1700

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Плита днища 	ПН10 ПН15 ПН20	– – –	1500 2000 2500	100 120 120	– – –
Стеновое кольцо рабочей камеры или горловины колодца 	КС7.3 КС7.9 КС10.3 КС10.6 КС10.9 КС13.9 КС15.6 КС15.9 КС20.6 КС20.9 КС20.12 КС25.12	700 700 1000 1000 1000 1250 1500 1500 2000 2000 2000 2500	840 840 1160 1160 1160 1410 1680 1680 2200 2200 2200 2700	290 890 290 590 890 890 590 890 590 890 1190 1190	– – – – – – – – – – –
Плита перекрытия 	ПП10 ПП13 1ПП15 2ПП15 3ПП15 1ПП20 2ПП20 3ПП20 1ПП25 2ПП25	700 700 700 700 1000 700 1000 700 700 700	1160 1410 1680 1680 1680 2200 2200 2200 2700 2700	150 150 150 150 150 160 160 160 180 180	150 275 400 200 240;250 200 500 650 200 900

Конструкции для смотровых колодцев маркируются буквами и цифрами. Буквы обозначают тип конструкции:

- КО – кольцо опорное;
- КС – кольцо стеновое;
- ПП – плита перекрытия;
- ПН – плита днища.

Цифры перед буквами обозначают порядковый номер типоразмера одинакового наружного диаметра конструкции. Цифры после букв указывают на размеры в дециметрах (округленно), при этом первая цифра – это внутренний диаметр конструкции, вторая – высота конструкции. Например, КС15.9 – кольцо стеновое для рабочей камеры с внутренним диаметром 1500 мм и высотой 890 мм; 2ПП15 – плита перекрытия, перекрывающая колодец с внутренним диаметром 1500 мм (второго типоразмера для данного диаметра).

Изделия должны изготавливаться из тяжелого бетона класса В15, что соответствует марке бетона М200, которая должна быть по морозостойкости не ниже F50, и по водонепроницаемости – не ниже W4.

Конструирование смотровых колодцев заключается в определении размеров колодцев в плане и по высоте на основе данных табл. 3.2 и [1].

Выборку основных элементов колодца производят последовательно:

1. Определяют размер колодца в плане в зависимости от наибольшего диаметра трубопровода (обычно отводящего). Так, диаметры круглых колодцев следует принимать на трубопроводах диаметрами: до 600 мм включительно – 1000 мм; 700 мм – 1250 мм; 800–1000 мм – 1500 мм; 1200 мм – 2000 мм; свыше 1200 мм – 2500 мм.

При этом необходимо учитывать глубину колодца. Если глубина заложения трубопровода свыше 3 м, то диаметр колодца должен быть не менее 1500 мм для трубопроводов диаметром до 700 мм.

2. Выбирают плиту днища в зависимости от принятого диаметра колодца. Обычно наружный диаметр плиты днища больше на 500 мм диаметра колодца. Например, для колодца диаметром 1500 мм принимают плиту днища ПН5, имеющую диаметр 2000 мм.

3. Принимают глубину лотка  $h_{л}$  в зависимости от диаметра отводящего трубопровода (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Рекомендуемая глубина лотков колодцев

Диаметр трубопровода $D_y$ , мм	Глубина лотка $h_{л}$ , мм
1	2
150	200
200	300
250	350



1	2
300	400
350	450
400	500
450	550
500	600
600	700
700	800
800	950
900	1050
1000	1150
1200	1350

Лотки изготавливают из бетона класса В20, что соответствует марке бетона М250.

Бетонный набивной лоток является важнейшим технологическим элементом колодца, так как по нему протекает сточная жидкость. Лотки в колодцах объединяют между собой подводящие и отводящие трубы. В поперечном сечении размеры лотков соответствуют размерам трубопроводов по внутреннему диаметру  $D_y$ . Ниже горизонтального диаметра лотки выполняют полукруглыми, а выше – с вертикальными стенками.

Лоток набивают непосредственно на плиту днища. Общий размер лотка по высоте (рис. 3.1, 3.2) определяется по следующей зависимости:

$$h = h_{\text{л}} + C + 30, \quad (3.1)$$

где  $h_{\text{л}}$  – глубина лотка, мм (см. табл. 3.3);

$C$  – толщина стенки трубы, мм.

В верхней части с двух сторон лотка создаются полки (бермы), ширина которых должна быть не менее 200 мм. Полкам придается уклон в сторону лотка, равный 0,02, который исключает возможность накопления на них осадка в случае подтопления колодцев. Кроме того, полки служат рабочими площадками при эксплуатации колодцев. В плане лотки линейных колодцев должны быть прямолинейными, в поворотных и узловых – иметь криволинейные плавные очертания (см. рис. 3.1, 3.2).

Криволинейные очертания необходимо выполнять по дугам окружностей с радиусом не менее одного диаметра трубы (табл. 3.4).

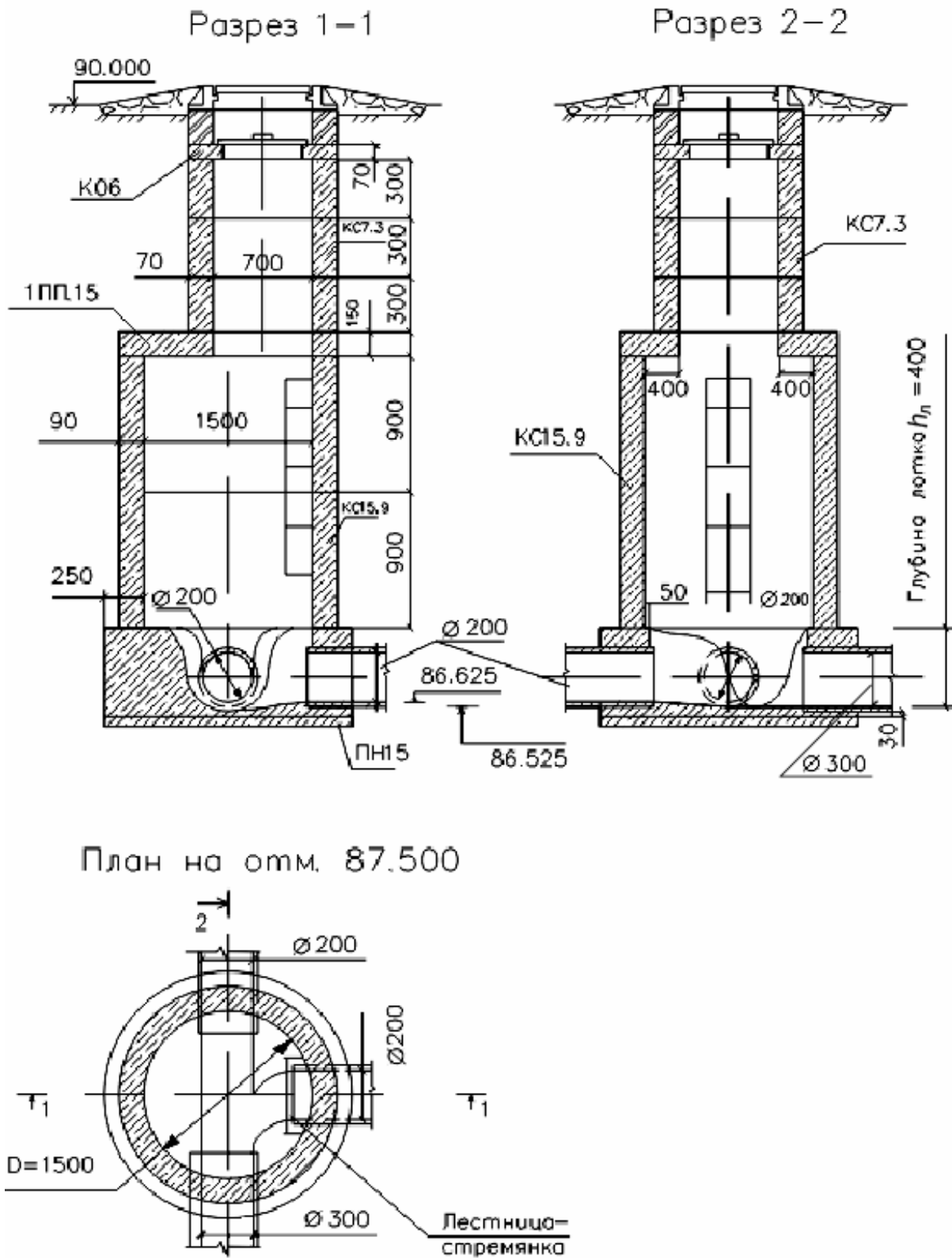


Рис. 3.1. Колодец узловой с одним присоединением

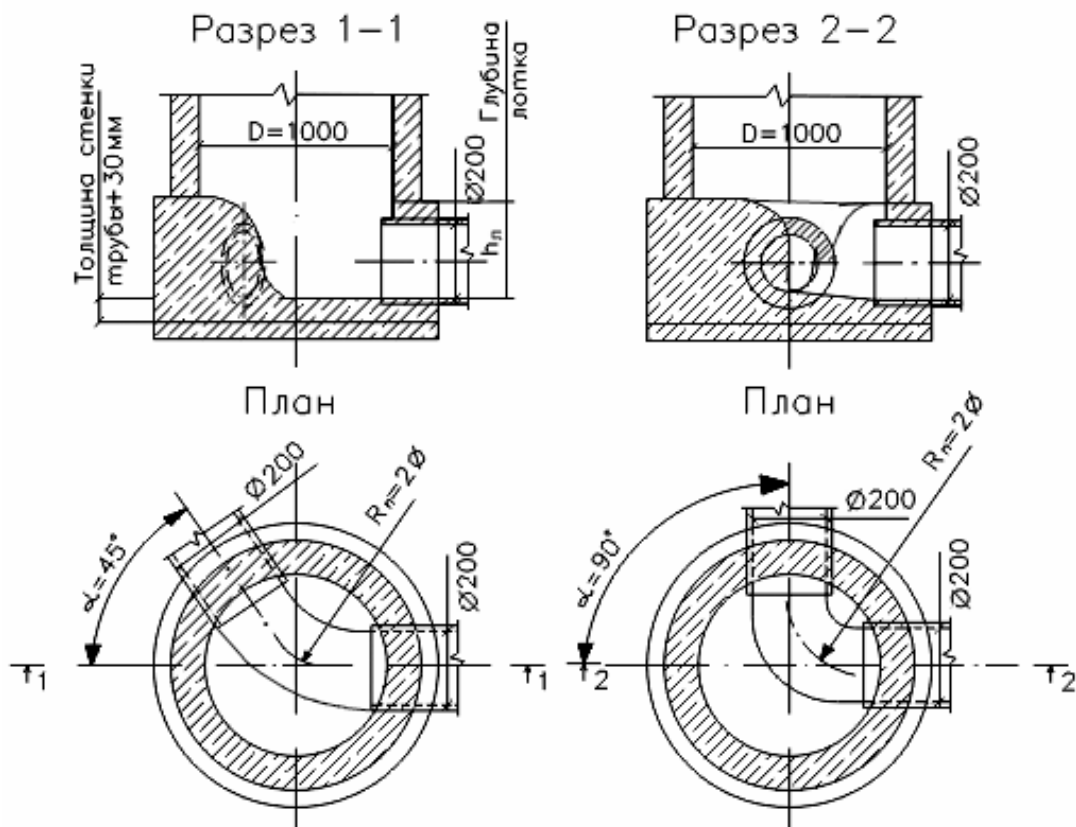


Рис. 3.2. Лотки поворотных колодцев

Таблица 3.4  
Рекомендуемые радиусы поворотов для лотков

Диаметр трубы $D_y$ , мм	Угол поворота, град	Радиус поворота $R_{п}$ , мм		
		$1 D_y$	$1,5 D_y$	$2 D_y$
1	2	3	4	5
150–250	15–90	150–250	225–375	300–500
300	15–80	300	450	600
300	81–90	300	450	–
350	15–70	350	525	700
350	71–90	350	525	–
400–450	15–90	400–450	600–675	800–900
500	15–70	500	750	1000
500	71–90	500	750	–
600	15–60	600	900	1200
600	61–80	600	900	–
600	81–90	600	–	–
700	15–50	700	1050	1400
700	51–60	700	1050	–
700	61–90	700	–	–
800	15–60	800	1200	1600
800	61–80	800	1200	–
800	81–90	800	–	–

## Окончание табл. 3.4

1	2	3	4	5
900	15–50	900	1350	1800
900	51–70	900	1350	–
900	71–90	900	–	–
1000	15–40	1000	1500	2000
1000	41–60	1000	1500	–
1000	61–90	1000	–	–

**Примечание.** Радиус поворота лотков на трубопроводах диаметром  $D_v=1200$  мм и более необходимо принимать не менее пяти диаметров трубопроводов и предусматривать смотровые колодцы в начале и в конце кривой.

4. Принимают высоту рабочей части колодца. Согласно [1, п. 4.16], высоту рабочей части необходимо принимать равной 1800 мм, допускается также ее уменьшать или увеличивать, если это обосновывается расчетами.

Используя рекомендации табл. 3.2, принимают следующие размеры рабочей части колодцев  $H_p$ : 900, 1200, 1500, 1800, 2100 мм.

Диаметры колец для рабочей части колодца соответствуют диаметру колодца  $D_k$ : 1000, 1500, 2000, 2500 мм.

Рабочая часть по высоте оборудуется лестницей-стремянкой.

5. Принимают плиту перекрытия (см. табл. 3.2). Обычно наружный диаметр плиты перекрытия равен наружному диаметру колец рабочей части. Например, для колодца диаметром 1500 мм рабочую часть необходимо набирать с помощью двух стеновых колец марки КС15.9 и перекрывать плитой перекрытия марки 1ПП15.

6. Набирают необходимые элементы горловины колодцев. Согласно [1, п. 4.20], горловину колодцев следует принимать диаметром 700 мм.

Горловину целесообразно располагать над входным трубопроводом. Ее размер по высоте зависит от общей глубины колодца. Иногда высота горловины настолько мала, что набирается с помощью кирпичной кладки.

В верхней части горловина заканчивается опорным кольцом, которое воспринимает нагрузки от люка. Люки чугунные изготавливаются двух типов: легкие, для установки вне проезжей части и на дорогах с движением автотранспорта ограниченного тоннажа – до 5 т (высота данного люка – 100 мм); тяжелые, для установки на проезжей части улиц (высота этого типа – 175 мм).

Если по расчету невозможно горловину колодца набрать с помощью только типовых конструкций (см. табл. 3.2), то между

опорным кольцом и люком делается кирпичная кладка толщиной от 1 до 3 рядов (размеры кирпичей – 250×125×65 мм).

Элементы горловины представлены на рис. 3.1, 3.3.

Горловина колодца для временной нагрузки 4,9кПа



Горловина колодца для временной нагрузки Н–30

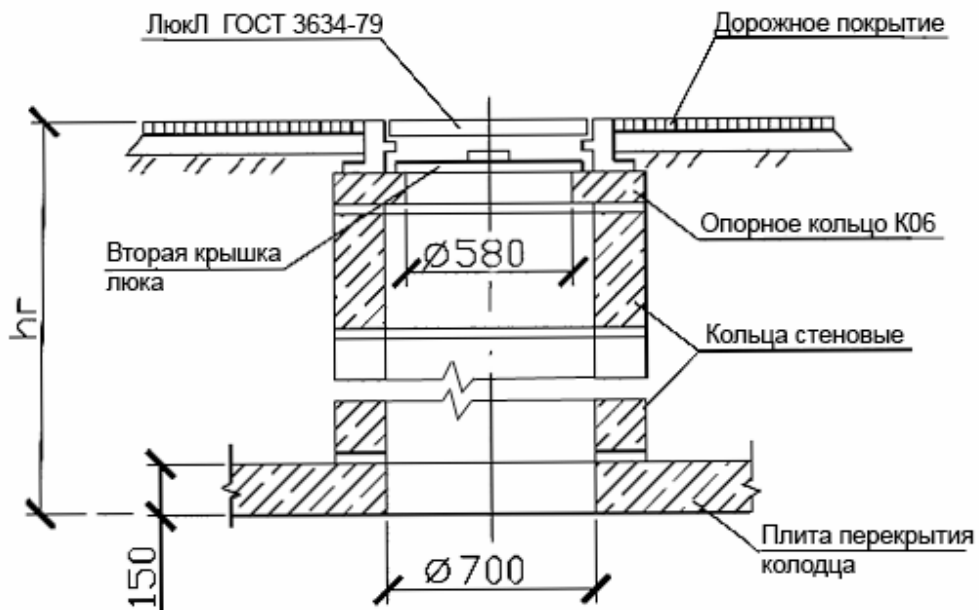


Рис. 3.3. Горловины колодцев

Внутри стеновых колец горловины должны быть установлены ходовые скобы через каждые 300 мм. Все элементы колодца между собой соединяют строительным раствором толщиной слоя 10 мм (возможно незначительное изменение толщины слоя для соблюдения расчетных размеров колодца).

**Пример 1.** Рассчитать узловой колодец с одним присоединением (см. рис. 3.1).

Исходные данные: диаметры подводящих трубопроводов  $D_y=200$  мм; диаметр отводящего трубопровода  $D_y=300$  мм; отметка лотка трубы подводящего трубопровода  $Z_{л1} = 86,625$  м; отметка лотка трубы отводящего трубопровода  $Z_{л2} = 86,525$  м.

Колодец располагается вне проезжей части, отметка поверхности земли в месте расположения колодца  $Z_{п.з} = 90,00$  м.

#### **Расчет и конструирование**

1. Определяем глубину колодца  $H$  по формуле

$$H = Z_{п.з} - Z_{л2};$$

$$H = 90,00 - 86,525 = 3,475 \text{ м} = 3475 \text{ мм.}$$

Так как колодец находится вне проезжей части, то люк располагается на 50 мм выше поверхности земли. Общая глубина колодца составит:

$$H_1 = H + 50 = 3475 + 50 = 3525 \text{ мм.}$$

2. Принимаем диаметр колодца [1, п. 4.14] по наибольшему диаметру трубопровода (в нашем случае  $D_y = 300$  мм). Ввиду того, что глубина колодца составляет более 3 м по [1, п. 4.14, прим. 3], мы не можем запроектировать колодец диаметром 1000 мм, поэтому принимаем  $D_k = 1500$  мм.

3. Принимаем плиту днища по табл. 3.2 в зависимости от диаметра колодца: марка конструкции ПН15; наружный диаметр плиты – 2000 мм.

4. Принимаем глубину лотка колодца по табл. 3.3 в зависимости от диаметра отводящего трубопровода:  $D_y = 300$  мм;  $h_{л} = 400$  мм.

5. Принимаем высоту рабочей части  $H_p = 1800$  мм. Высотой рабочей части считается высота от верха лотка (с учетом одного растворного слоя) до плиты перекрытия. Рабочую часть набираем с помощью двух колец марки КС15.9 (высота каждого кольца – 890 мм).

6. Определяем высоту горловины. Расчет горловины ведется от плиты перекрытия (включительно) до верха люка:

$$h_T = H_1 - (H_p + h_{\text{л}} + h_{\text{р.с}}), \quad (3.2)$$

где  $h_{\text{р.с}}$  – общая высота растворного слоя между конструкциями, мм;

$$h_T = 3525 - (2 \cdot 890 + 400 + 3 \cdot 10) = 3525 - 2210 = 1315 \text{ мм.}$$

7. Производим набор элементов горловины. Горловина состоит из плиты перекрытия, размер которой определяем по табл. 3.2, учитывая размер колец рабочей части – 1ПП15 (высота плиты 150 мм); стеновых колец с внутренним диаметром 700 мм; опорного кольца К06 (высота кольца 70 мм); люка высотой 100 мм.

Размер колец горловины рабочей части вычисляется по формуле

$$h'_T = h_T - (h_{1\text{ПП15}} + h_{\text{К06}} + h_{\text{люка}} + h_{\text{р.с}});$$

$$h'_T = 1315 - (150 + 70 + 100 + 2 \cdot 10) = 1315 - 340 = 975 \text{ мм.}$$

Принимаем 3 кольца марки КС7.3. Высота каждого – 290 мм (с учетом растворного слоя  $3 \times 10$  мм). Остается 75 мм. Недостающую высоту набираем с помощью одного ряда кирпичной кладки.

8. Производим конструирование колодца по высоте (поверочный расчет).

H <sub>1</sub> =3525 мм	h <sub>T</sub> =1315	Люк	100
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Кольцо опорное К06	70
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Плита перекрытия 1ПП15	150
	H <sub>p</sub> =2100	Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС 20.6	590
	Растворный слой	10	
	Кольцо стеновое КС20,6	590	
h <sub>л</sub> =410	Растворный слой	10	
	Лоток	400	
	Плита днища	Итого: 3525 мм	

Данный колодец представлен на рис. 3.1.

### 3.2. Перепадные колодцы

Перепадные колодцы устраивают для сопряжения самотечных трубопроводов притока и основного коллектора, уложенных на различной глубине. Если разница в глубинах заложения сопрягаемых трубопроводов диаметром до 600 мм не превышает 0,5 м, то допускается вместо перепадного колодца использовать обычный смотровой колодец. Кроме того, согласно [1, п. 4.25], перепадные колодцы устраиваются на сети:

- во избежание превышения максимально допустимой скорости движения сточных вод или резкого изменения этой скорости;
- при пересечении с подземными сооружениями;
- при устройстве затопленных выпусков в последнем перед водоемом колодце.

Все перечисленные случаи представлены в [4, рис. 11.5]. Согласно [1, п. 4.26], на трубопроводах диаметром до 500 мм включительно допускается устраивать перепад высотой до 6 м. По конструктивному решению в этом случае наиболее часто применяются трубчатые перепады со стояком и водобойной частью.

В альбоме VI типового проекта 902–09–22.84 «Колодцы канализационные» даны проектные решения перепадных колодцев шахтного типа для трубопроводов диаметром  $D_y=150\dots600$  мм.

Колодцы выполняют из кирпича, бетона и железобетона. Наиболее частое применение получили колодцы из сборного железобетона круглого сечения диаметром  $D_k=1500\dots2000$  мм. В этом альбоме разработаны перепадные колодцы с высотой перепада до 4,05 м и перепадные колодцы с одним присоединением и с высотой перепада 4,25 м.

Перепадные колодцы состоят из следующих основных элементов: плиты днища, лотка с водобойной частью, рабочей части, плиты перекрытия, горловины с люком.

Рабочая часть колодца делится на две части вертикальной стенкой-растекателем, образуя у подводящей трубы шахту. Под шахтой устраивают водобойную часть, укрепленную стальным листом толщиной  $\delta=12$  мм. Ширина шахты  $B$  должна быть не менее диаметра подводящего трубопровода. В стенке-растекателе выше подводящей трубы делается отверстие для прочистки трубопровода. Расстояние от низа подводящей трубы до отверстия в стенке-растекателе  $C$  должно быть на 50 мм больше внутреннего диаметра подводящего трубопровода. Колодцы данного типа изображены на рис. 3.4, 3.5.



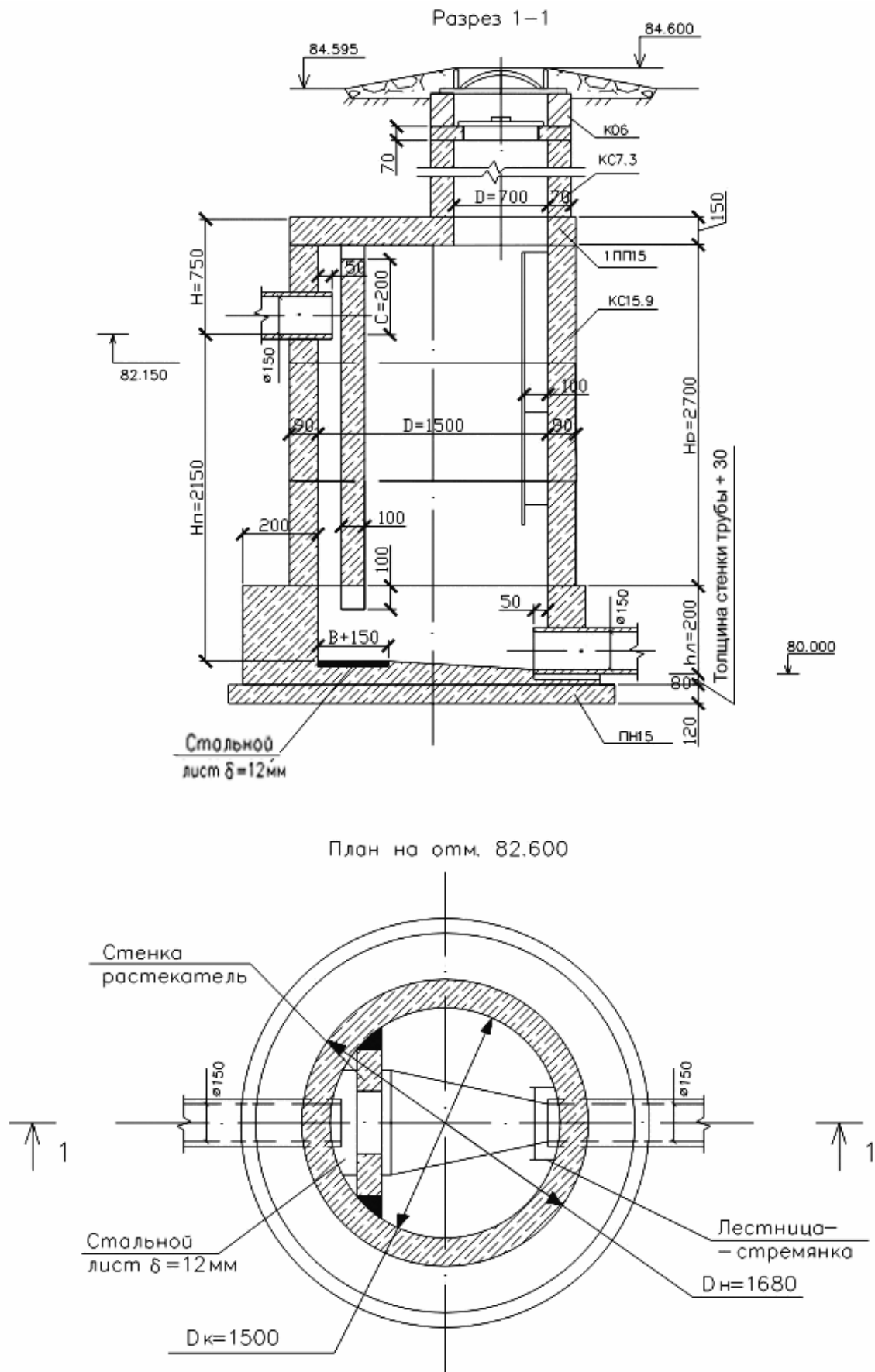


Рис. 3.4. Перепадный колодец

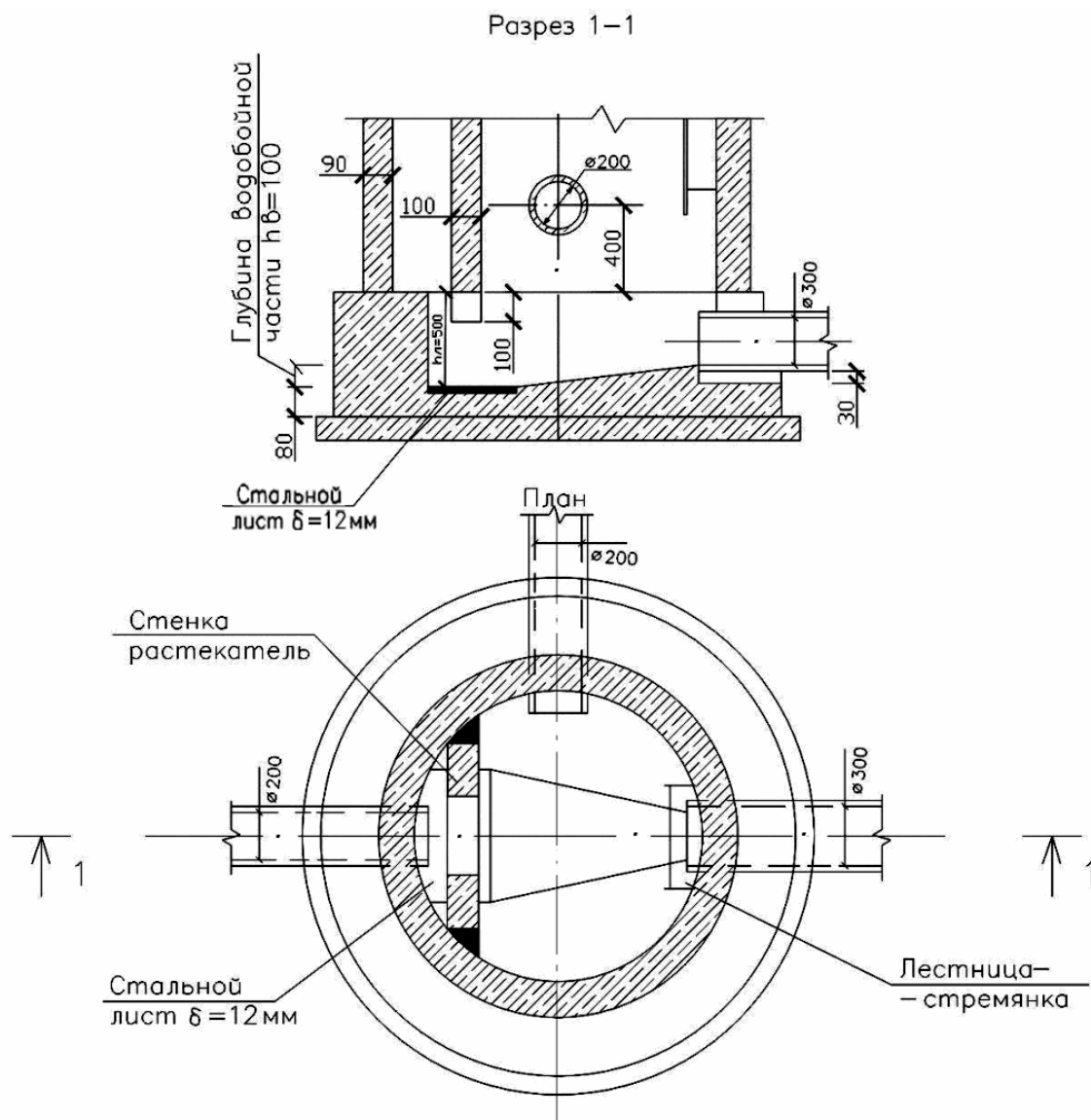


Рис. 3.5. Перепадный колодец с одним присоединением

Выборку основных элементов колодца производят последовательно.

1. Принимают размер колодца в плане (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Рекомендуемые диаметры колодцев

Типы колодцев	Диаметры трубопроводов $D_y$ , мм			Диаметр колодца $D_k$ , мм
	подводящего	присоединяемого	отводящего	
Перепадный	150–350		150–350	1500
	400–600		400–600	2000
Перепадный с одним присоединением	150–300	150–300	200–400	1500
	350	150–300	400–500	2000

2. Принимают плиту днища по табл. 3.2: для колодцев диаметрами  $D_k = 1500$  мм – ПН15;  $D_k = 2000$  мм – ПН20.

3. Принимают глубину лотка  $h_{л}$  (табл. 3.6). В перепадных колодцах лоток считается от водобойной части (см. рис. 3.5).

Т а б л и ц а 3 . 6

Рекомендуемые глубины лотков колодцев

Диаметр отводящего трубопровода $D_y$ , мм	Глубина лотка $h_{л}$ , мм
150	200
200	300
250	350
300	500
350	550
400	650
450	700
500	800 (750)
600	900

П р и м е ч а н и е . В скобках указана глубина лотка, принимаемая для колодцев с одним присоединением.

4. Определяют глубину водобойной части (табл.3.7).

Таблица 3.7

Глубина водобойной части

Диаметр отводящего трубопровода $D_y$ , мм	Глубина водобойной части $h_{в}$ , мм
150–250	–
300–350	100
400–450	150
500–600	200

5. Определяют размеры рабочей части. Рабочую часть колодца набирают из колец (см. табл. 3.2). Высота рабочей части колодца  $H_p$  может иметь следующие размеры: 1200, 1500, 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600, 3900, 4200, 4500 мм.

Определив высоту перепада  $H_{\Pi}$  (разницу в отметках сопрягаемых трубопроводов), принимают высоту рабочей части колодца (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Рекомендуемая высота рабочей части колодца

Высота перепада $H_{\Pi}$ , мм	Высота рабочей части $H_{\text{р}}$ , мм
500–940	1200
950–1240	1500
1250–1540	1800
1550–1840	2100
1850–2140	2400
2150–2440	2700
2450–2740	3000
2750–3040	3300
3050–3340	3600
3350–3640	3900
3650–3940	4200
3950–4250	4500

Определяют расположение подводящей трубы по отношению к плите перекрытия. Низ подводящей трубы должен располагаться ниже плиты перекрытия на расстоянии не более:

$H = 750$  мм для трубопроводов  $D_y = 150...250$  мм;

$H = 850$  мм для трубопроводов  $D_y = 300...500$  мм;

$H = 1150$  мм для трубопроводов  $D_y = 600$  мм.

Принимают ширину шахты  $B$  в зависимости от диаметра подводящего трубопровода: для труб диаметром  $D_y = 150...350$  мм  $B = 350$  мм; для труб диаметром  $D_y = 400...600$  мм  $B = 400$  мм.

6. Принимают плиту перекрытия и набирают необходимые элементы горловины колодцев по табл. 3.2, применяя приведенные ранее рекомендации для смотровых колодцев.

**Пример 2.** Рассчитать перепадной колодец шахтного типа из сборных железобетонных элементов (см. рис. 3.4).

Исходные данные: диаметры подводящего и отводящего трубопроводов  $D_y = 150$  мм; отметка лотка трубы подводящего трубо-

провода  $Z_{л1} = 82,150$  м; отметка лотка трубы отводящего трубопровода  $Z_{л2} = 80,00$  м.

Колодец располагается вне проезжей части, отметка поверхности земли в месте расположения колодца  $Z_{п.з} = 84,535$  м.

### Расчет и конструирование

1. Определяем глубину колодца  $H$ , мм, по формуле

$$H = Z_{п.з} - Z_{л2};$$

$$H = 84,535 - 80,000 = 4,535 \text{ м} = 4535 \text{ мм.}$$

С учетом расположения люка

$$H_1 = H + 50 = 4535 + 50 = 4585 \text{ мм.}$$

2. Принимаем диаметр колодца по табл. 3.5:  $D_k = 1500$  мм.

3. Принимаем плиту днища – ПН15. Согласно табл. 3.2, размеры плиты следующие:

наружный диаметр – 2000 мм;

высота – 120 мм.

4. Принимаем глубину лотка по табл. 3.6. Для диаметра отводящего трубопровода  $D_y = 150$  мм; глубина лотка  $h_{л} = 200$  мм.

5. Определяем глубину водобойной части по табл. 3.7. Для трубопровода диаметром  $D_y = 150$  мм водобойная часть не предусматривается.

6. Определяем размеры рабочей части. Высота рабочей части  $H_p$  принимается по табл. 3.8 в зависимости от высоты перепада  $H_{п}$ , которая равна разности отметок лотков подводящего и отводящего трубопроводов:

$$H_p = 82,150 - 80,000 = 2,150 \text{ м} = 2150 \text{ мм.}$$

Высота рабочей части  $H_p = 2700$  мм. Отметка лотка подводящего трубопровода располагается ниже плиты перекрытия на  $H = 750$  мм. Ширину шахты  $B$  принимаем равной 350 мм. Рабочую часть набираем с помощью трех колец марки КС15.9 (высота каждого – 890 мм).

7. Принимаем плиту перекрытия – 1ПП15. Согласно табл. 3.2, размеры плиты следующие: наружный диаметр – 1680 мм; высота – 150 мм.

Определяем высоту горловины  $h_{г}$  мм, по формуле

$$h_{г} = H_1 - (H_p + h_{л} + h_{п.с});$$

$$h_{г} = 4585 - (3 \cdot 890 + 200 + 4 \cdot 10) = 1675 \text{ мм.}$$

Горловина набирается из плиты перекрытия, четырех колец марки КС7.3 (высота каждого – 290 мм), кольца опорного К06 высотой 70 мм и люка – 100 мм. Каждый элемент горловины соединяется между собой раствором слоем 10 мм.

$$150 + 4 \cdot 290 + 70 + 6 \cdot 10 + 100 = 1540 \text{ мм.}$$

Недостающая высота  $1675 - 1540 = 135$  мм набирается двумя рядами кирпичной кладки:  $2 \cdot 65 + 2 \cdot 10 = 150$  мм. Излишек составляет  $150 - 135 = 15$  мм, поэтому увеличиваем высоту расположения люка над поверхностью земли на 15 мм:  $50 + 15 = 65$  мм. Согласно [1, п.4.21], это допустимо. Высота колодца от лотка отводящего трубопровода  $H_1 = 4585 + 15 = 4600$  мм. Высота горловины

$$h_r = 1675 + 15 = 1690 \text{ мм.}$$

8. Производим конструирование колодца по высоте (проверочный расчет).

$H_1=4600\text{мм}$	$h_r=1690$	Люк	100
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Кольцо опорное К06	70
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Плита перекрытия 1ПП15	150
		$H_p=4600$	Растворный слой
	Кольцо стеновое КС15.9		890
	Растворный слой		10
	Кольцо стеновое КС15.9		890
	Растворный слой		10
	$h_d=1690$	Кольцо стеновое КС15.9	890
		Растворный слой	10
		лоток	200
		Плита днища	Итого 4600 мм

Данный колодец представлен на рис. 3.4.

Согласно [1, п. 4.26], на трубопроводах диаметром 600 мм и более перепады высотой до 3 м надлежит принимать в виде водослива практического профиля.

В колодцах такого типа рабочая часть на уровне лотка подводящего трубопровода оборудуется криволинейным водосливом, заканчивающимся водобойным колодцем, который служит для образования затопленного гидравлического прыжка, необходимого для гашения избыточной скорости потока.

Гидравлический расчет сводится к определению длины водобойной части, глубины водобойного колодца  $d_k$  и координат водосливной поверхности  $X$  и  $Y$ .

Глубина водобойного колодца определяется методом подбора [6]. Для упрощения расчетов может использоваться номограмма С.К. Колобанова [5, рис. 6.16]. По конструктивным соображениям криволинейный водослив и водобойный колодец следует выполнять из монолитного железобетона, стенки рабочей камеры и горловины могут быть из кирпича, бетона и железобетона (рабочая часть – монолитная, горловина – сборная).

**Пример 3.** Рассчитать перепадной колодец с водосливом практического профиля (рис. 3.6).

Исходные данные: расчетный расход  $Q=233$  л/с; диаметры подводящего и отводящего трубопроводов  $D_y = 600$  мм. Степень наполнения трубопровода  $h/D=0,7$ ; скорость движения в подводящем трубопроводе  $v=1,06$  м/с; отметка лотка подводящего трубопровода  $Z_{л1}=99,200$  м; отметка лотка трубы отводящего трубопровода  $Z_{л2}= 96,500$  м.

#### Расчет и конструирование

1. Определяем необходимую высоту перепада  $P$ , м, по формуле

$$P = Z_{л1} - Z_{л2};$$
$$P = 99,200 - 96,500 = 2,7 \text{ м.}$$

2. Принимаем первоначальную глубину водобойного колодца  $d_k = 0,4$  м.

3. Определяем критическую глубину водобоя на основании уравнения баланса удельной энергии потока:

$$T_o = h + \frac{v^2}{2g} + P + d_k,$$

где  $h = \frac{h}{D} D$  – глубина потока в подводящем трубопроводе, м;

$$h = 0,7 \cdot 0,6 = 0,42 \text{ м;}$$

$$T_o = 0,42 + \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,81} + 2,7 + 0,4 = 3,577 \text{ м.}$$

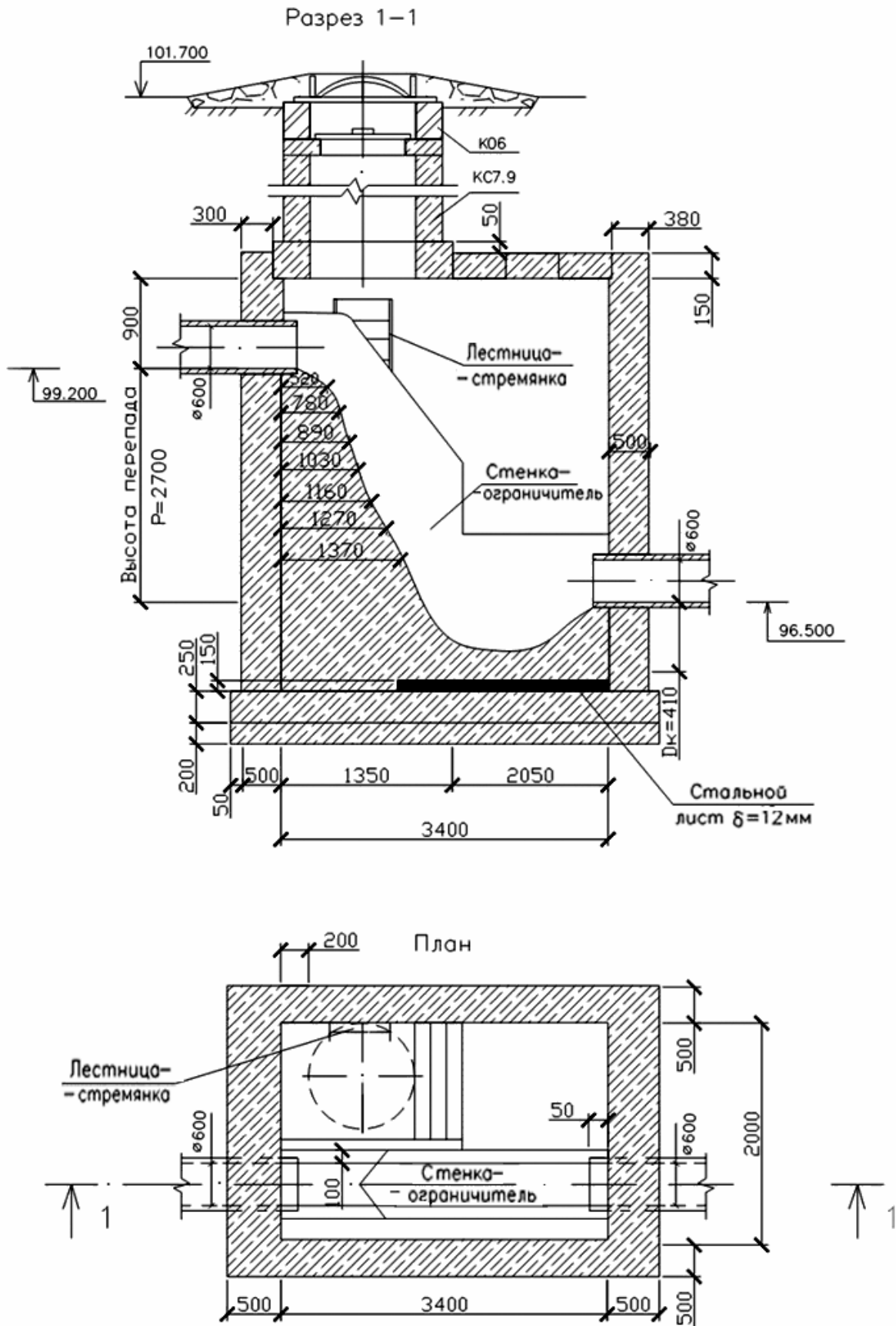


Рис. 3.6. Перепадный колодец в виде водослива практического профиля



4. Находим скорость потока в сжатом сечении водобойного колодца:

$$v_c = \varphi \sqrt{2gT_0},$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости (допускается принимать равным 0,9);

$$v_c = 0,9 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,577} = 7,54 \text{ м/с}.$$

5. Определяем глубину потока в сжатом сечении:

$$h_c = \frac{Q}{bv_c},$$

где  $b$  – ширина водосливного канала, принимаемая равной диаметру подводящего трубопровода, м ( $b = 0,6$  м);

$$h_c = \frac{0,233}{0,6 \cdot 7,54} = 0,052 \text{ м}.$$

6. Определяем вторую сопряженную глубину (за прыжком)  $h_c''$ , считая, что первая сопряженная глубина (до прыжка)  $h_c'' = h_c$ :

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \sqrt{1 + \frac{8h_{кр}^3}{h_c^3} - 1},$$

где  $h_{кр}$  – критическая глубина потока, м.

$$h_{кр} = \sqrt{\frac{Q^2}{b^2g}};$$

$$h_{кр} = \sqrt{\frac{0,233^2}{0,6^2 \cdot 9,81}} = 0,25 \text{ м};$$

$$h_c'' = \frac{0,052}{2} \sqrt{1 + \frac{0,25^3}{0,052^3} - 1} = 0,759 \text{ м} = 0,75 \text{ м}.$$

7. Определяем необходимую глубину водобойного колодца:

$$d_k = \delta h_c^3 - h,$$

где  $\delta$  – коэффициент, характеризующий степень затопления прыжка:  $\delta = 1,05 \dots 1,1$ ;

$$d_k = 1,05 \cdot 0,75 - 0,42 = 0,405.$$

Поскольку первоначально принятая глубина колодца незначительно отличается от вычисленной, расчет не повторяем. Конструктивно принимаем  $d_k = 0,41$  м.

8. Определяем длину перепадного колодца  $l_k$ , м, по формулам:

$$l_k = 2l_1 \text{ или } l_k = l_1 + 2,7h_c'';$$

$$l_1 = 1,15\sqrt{H_0(P + 0,33H_0)},$$

где  $H_0$  – глубина потока на подходе к перепаду с учетом скоростного напора, м:

$$H_0 = h + \frac{\alpha v^2}{2g};$$

$$H_0 = 0,42 + 0,057 = 0,477 \text{ м};$$

$$l_1 = 1,15\sqrt{0,477(2,77 + 0,33 \cdot 0,477)} = 1,343 \text{ м};$$

$$l_k = 1,343 + 2,7 \cdot 0,75 = 3,368 \text{ м}.$$

По конструктивным соображениям принимаем  $l_1 = 1,35$  м,  $l_k = 3,4$  м.

9. Определяем координаты водосливной стенки:

$$X = l_1 \frac{Y}{P}.$$

Задаваясь значениями величины  $Y$ , находим соответствующие значения величины  $X$ . Результаты расчетов сводим в табл. 3.9.

Т а б л и ц а 3.9

Координаты водосливной стенки

$Y, \text{ м}$	$Y/P$	$\sqrt{Y/P}$	$X, \text{ м}$
0,4	0,148	0,385	0,517
0,8	0,296	0,544	0,731
1,2	0,444	0,666	0,894
1,6	0,593	0,770	1,034
2,0	0,741	0,861	1,156
2,4	0,889	0,943	1,266
2,8	1,037	1,018	1,367

Производим конструирование элементов колодца (см. рис. 3.6).

### 3.3. Дюкеры

Для транспортирования сточных вод через реки и овраги служат специальные устройства – дюкеры.

Дюкер состоит из следующих основных элементов: напорных трубопроводов, верхней (ВКД) и нижней (НКД) камер дюкера.

Согласно [1, п. 4.36–4.37], дюкеры при пересечении водоемов необходимо принимать не менее чем в две рабочие линии из стальных груб диаметром 150 мм, с усиленной антикоррозийной изоляцией. Обе нитки трубопровода – рабочие.

Допускается устройство дюкера с одной рабочей и одной резервной трубами:

- при расходах сточных вод, не обеспечивающих расчетных скоростей в дюкере;

- при расчетных потерях в дюкере больше, чем перепад между ВКД и точкой подключения дюкера к коллектору на противоположном берегу реки;

- при больших скоростях в подводящем коллекторе перед ВКД;

- согласно [1, п. 4.37], в случае аварии одна линия дюкера не может пропустить весь расчетный расход.

По [1, п. 4.38] при проектировании дюкеров необходимо принимать:

- глубину заложения подводной части трубопровода, считая до верха трубы, не менее чем на 0,5 м ниже дна реки, а в пределах фарватера на судоходных водных объектах – не менее 1 м;

- угол наклона восходящей части дюкера – не более 20° к горизонту;

- расстояние между нитками дюкера в свету – не менее 0,7–1,5 м. Дюкеры должны располагаться в местах с устойчивым неразмываемым руслом, на участках с минимальной шириной реки. Трубопроводы дюкера прокладываются перпендикулярно руслу реки. В зависимости от движения воды в подводящем трубопроводе и глубины его заложения перед дюкером (ВКД) возможны два варианта режима работы дюкера: самотечно-напорный и напорный.

Самотечно-напорный дюкер (рис. 3.7) устраивается на самотечной водоотводящей сети при переходе через водоем. Дюкер работает полным сечением в напорном режиме. Он состоит из входной (верхней), выходной (нижней) камер и напорных трубопроводов. Верхняя камера дюкера (ВКД) имеет два отделения: мокрое и сухое, разделенные водонепроницаемой перегородкой (см. рис. 3.7 и 3.8). В мокром отделении самотечный трубопровод переходит в открытые лотки. Для перекрытия потока воды в лотках предусматриваются затворы (шиберы). В сухом отделении размещаются напорные трубы с задвижками, с помощью которых можно отключать любой из трубопроводов дюкера. Размеры камер в плане зависят от числа и диаметра труб. Расстояние между трубами в камере принимается не менее 400 мм, ширина боковых проходов – не менее 250 мм (для труб диаметром более 500 мм эти расстояния удваиваются).

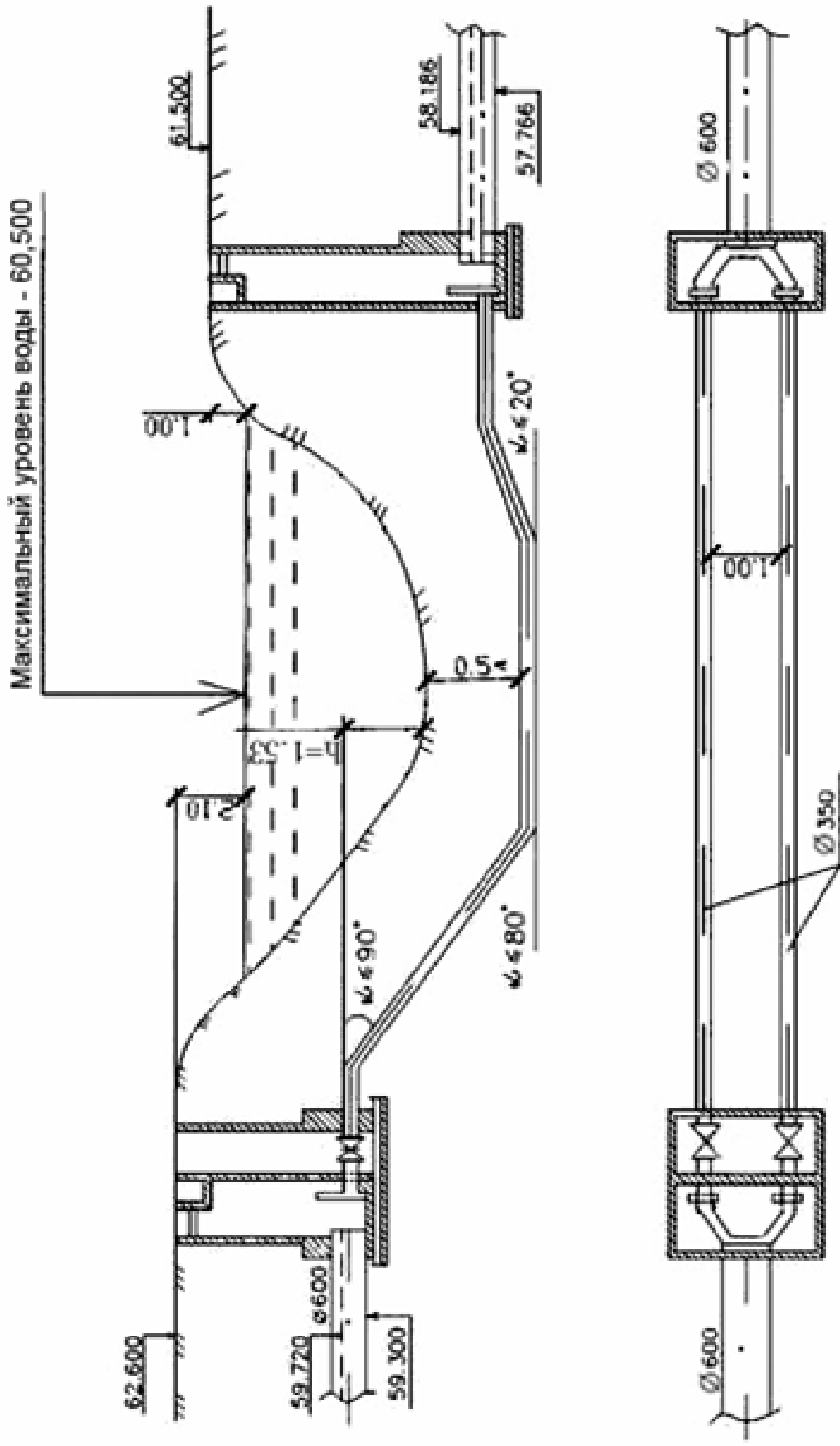
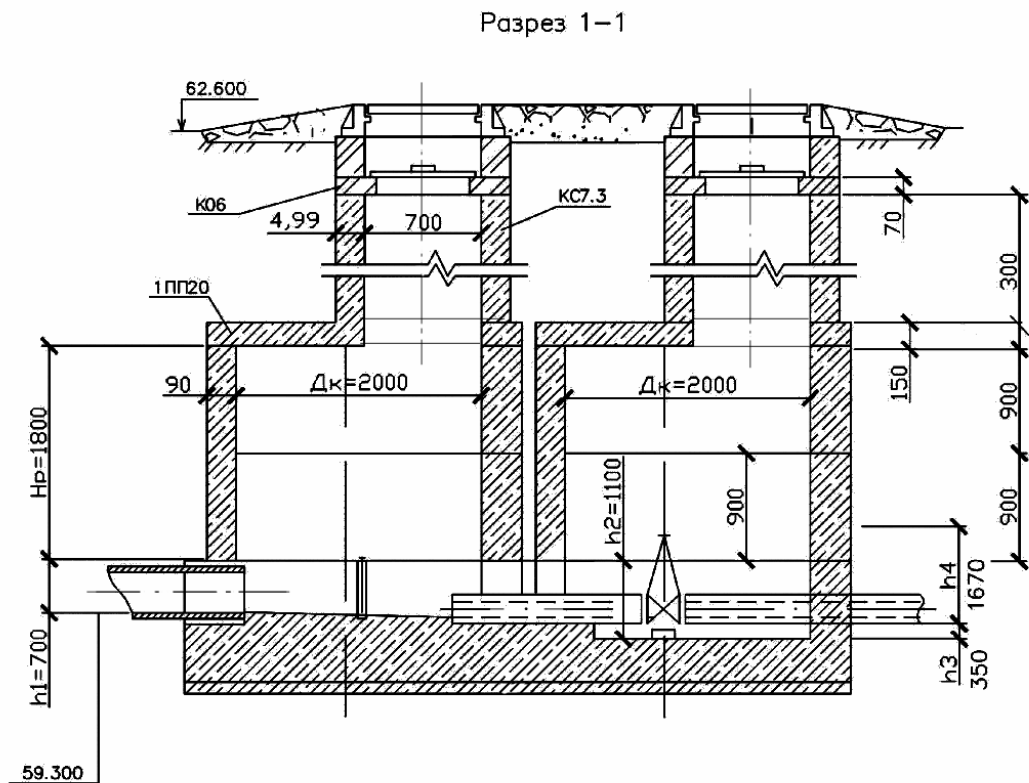


Рис. 3.7. Схема самотечно-напорного дюкера



План

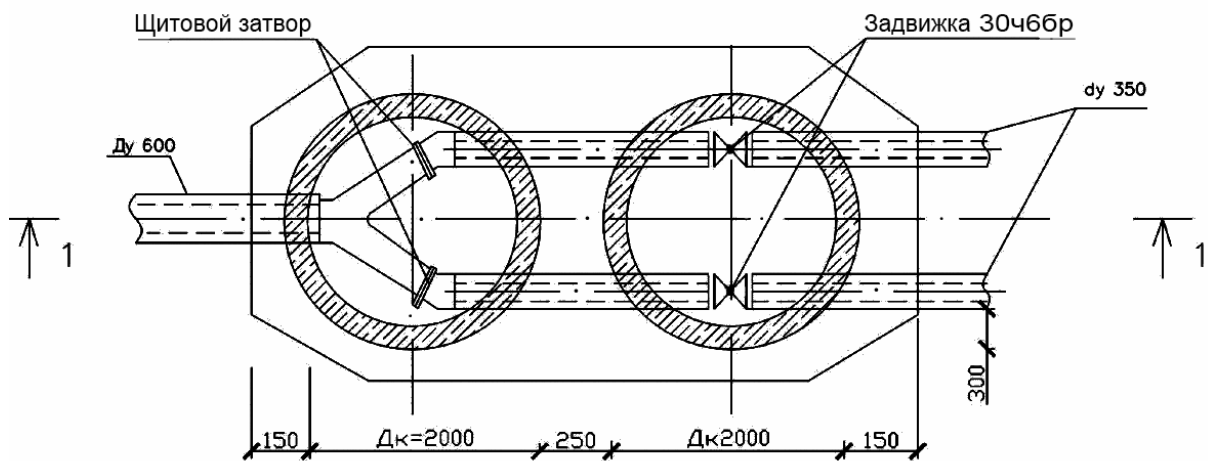


Рис. 3.8. Верхняя камера дюкера при самотечно-напорном режиме

Высота камер должна обеспечивать удобство обслуживания и размещения задвижек и затворов и быть не менее 1800 мм, считая от бермы лотка до перекрытия. Каждое отделение ВКД должно иметь горловину и заканчиваться люком с крышкой. Нижняя камера дюкера (НКД) устраивается в виде одного отделения (см. рис. 3.7 и 3.9), где напорные трубопроводы переходят в



Таблица 3.10

## Размеры верхней и нижней камер дюкера

Диаметр колодца $D_k$ , мм	Диаметр трубы, мм		Высота рабочей части $H_p$ , мм	$h_1$ , мм	$h_2$ , мм	$h_3$ , мм	$h_4$ , мм	$h_5$ , мм	$h_6$ , мм
	$D_y$	$d_y$							
1500	200			250	500		800	200	250
	250			300	550				300
	300	150		400	650	200			400
2000		200	1800				1010	250	
					700				
	350			450					450
					850				
	400	250		500	900		1230	300	500
						350			
	450	300		550	950		1445	350	550
		350					1670	400	
	500			600	1000				600
		400					1875	450	
		350					1670	400	
	600			700	1100				700
	400					1875	450		

**Расчет и конструирование**

Расчет дюкера производят последовательно:

1. Вычерчивают схему дюкера (см. рис. 3.7).
2. Принимают количество рабочих линий (обычно две).
3. Определяют расход  $q_1$ , л / с, по одной линии дюкера:

$$q_1 = \frac{q_p}{n}, \quad (3.3)$$

где  $q_p$  – расчетный расход сточных вод, проходящих через дюкер, л/с;

$n$  – число рабочих линий.

4. Производят подбор диаметров труб дюкера. Диаметр труб  $d_y$ , мм, дюкера определяют исходя из условия обеспечения самоочищающих скоростей. Согласно [1, п. 2.37], расчетную скорость движения сточных вод в дюкере необходимо принимать не менее

1 м/с, при этом в местах подхода сточных вод к дюкеру скорость  $v$ , м/с, должна быть не более скорости в дюкере. При пропуске расхода  $q_1$ , л/с, со скоростью  $v$ , м/с, по работе [9] подбирают диаметр  $d_y$ , мм, гидравлический уклон  $i$  и скорость  $v_1$ , м/с.

5. Определяют потери напора на трение по длине  $h_{тр}$ , м:

$$h_{тр} = i \cdot l, \quad (3.4)$$

где  $i$  – гидравлический уклон;

$l$  – длина трубопроводов дюкера между ВКД и НКД (принимают по генплану), м.

6. Уточняют по схеме (см. рис. 3.7) количество местных сопротивлений и вычисляют потери напора в них.

В дюкере имеются следующие местные сопротивления: на входе в трубу, на поворотах, на выходе из трубы. Сопротивление в задвижке при полном открытии равно нулю. Потери напора на входе в трубу  $h_1$ , м, определяют по формуле

$$h_1 = \xi_1 \frac{v_1^2}{2g}, \quad (3.5)$$

где  $\xi_1$  – коэффициент сопротивления на входе в трубу (при нормальном режиме работы дюкера  $\xi_1 = 0,2$ ; при аварийном –  $\xi_1 = 0,5$ );

$v_1$  – скорость движения сточных вод в дюкере, м/с.

Значения потерь напора на входе  $h_1$ , м, в зависимости от скорости  $v_1$ , м/с, даны в табл. 3.11.

Таблица 3.11

Потери напора при входе в дюкер

Скорость $v_1$ , м/с	Потери напора на входе при сопротивлениях		Скорость $v_1$ , м/с	Потери напора на входе при сопротивлениях	
	$\xi_1 = 0,2$	$\xi_1 = 0,5$		$\xi_1 = 0,2$	$\xi_1 = 0,5$
1,0	0,0104	0,0255	1,6	0,0262	0,0655
1,1	0,0134	0,0335	1,7	0,0294	0,0735
1,2	0,0158	0,0395	1,8	0,033	0,0825
1,3	0,0173	0,0431	1,9	0,0368	0,092
1,4	0,020	0,050	2,0	0,0408	0,102
1,5	0,023	0,0575	2,5	0,078	0,195



Потери на выходе из дюкера  $h_2$ , м, определяют по формуле:

$$h_2 = \frac{(v_1 - v)^2}{2g} = \left(1 - \frac{v}{v_1}\right) \frac{v_1^2}{2g} = \xi_2 \frac{v_1^2}{2g}, \quad (3.6)$$

где  $\xi_2$  – коэффициент сопротивления на выходе из трубы;

$v$  – скорость движения воды в отводящем коллекторе, м/с;

$v_1$  – скорость движения сточных вод в дюкере, м/с.

Значения потерь напора на выходе  $h_2$ , м, в зависимости от разности скоростей  $(v_1 - v)$  даны в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Потери напора на выходе из дюкера

Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$ , м/с	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Потери на выходе $h_2$ , м	0,0012	0,002	0,032	0,046	0,0063	0,0082
Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$ , м/с	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Потери на выходе $h_2$ , м	0,0103	0,0128	0,0154	0,0184	0,0215	0,025
Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$ , м/с	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
Потери на выходе $h_2$ , м	0,0287	0,0327	0,0368	0,0413	0,046	0,051

Потери на повороте трубы  $h_3$ , м, определяют по формуле:

$$h_3 = \xi_{90} \sin \alpha \frac{v_1^2}{2g} = \xi_3 \frac{v_1^2}{2g}, \quad (3.7)$$

где  $\xi_{90}$  – сопротивление на повороте трубы на  $\alpha=90^\circ$  ( $\xi_{90}=0,23$ ) [10];

$\alpha$  – угол поворота;

$\xi_3$  – сопротивление на повороте трубы на  $\alpha=30^\circ$ .

Сопротивление на повороте трубы на  $\alpha=30^\circ$ :

$$\xi_{30} = 0,23 \sin 30^\circ = 0,23 \cdot 0,5 = 0,115.$$

Сопротивление на повороте трубы на  $\alpha=20^\circ$ :

$$\xi_{20} = 0,23\sin 20^\circ = 0,23 \cdot 0,34 = 0,078.$$

Тогда потери напора в углах поворота нисходящей линии  $h'_3$ , м (2 поворота на  $\alpha = 30^\circ$ ) составят:

$$h'_3 = \xi_{30} \frac{v_1^2}{2g}. \quad (3.8)$$

Потери напора в углах поворота восходящей линии  $h''_3$ , м (2 поворота на  $\alpha=20^\circ$ ) составят:

$$h''_3 = \xi_{20} \frac{v_1^2}{2g}. \quad (3.9)$$

Значения потерь напора  $h'_3$ ,  $h''_3$ , м, на поворотах в зависимости от скорости в дюкере  $v_1$  и угла поворота  $\alpha$  даны в табл. 3.13.

Т а б л и ц а 3.13

Потери на поворотах дюкера

Скорость $v_1$ , м/с	Потери напора в углах поворота, м		Скорость $v_1$ , м/с	Потери напора в углах поворота, м	
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 20^\circ$		$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
1,0	0,0059	0,0040	1,6	0,015	0,0102
1,1	0,0071	0,0048	1,7	0,0169	0,0115
1,2	0,0084	0,0057	1,8	0,019	0,0129
1,3	0,0099	0,0067	1,9	0,0212	0,0144
1,4	0,0115	0,0078	2,0	0,0235	0,016
1,5	0,0132	0,0090	2,5	0,0367	0,0249

Сумма местных потерь напора  $h_m$ , в дюкере:

$$h_m = h_1 + h_2 + 2h'_3 + 2h''_3. \quad (3.10)$$

7. Вычисляют общие потери напора  $h$ , м:

$$h = h_{\text{тр}} + h_m. \quad (3.11)$$

8. Находят отметку воды  $Z_{\text{в}}^{\text{НКД}}$ , м, в НКД:

$$Z_{\text{в}}^{\text{НКД}} = Z_{\text{в}}^{\text{ВКД}} - h, \quad (3.12)$$

где  $Z_{\text{в}}^{\text{ВКД}}$  – отметка воды в верхней камере дюкера (ВКД), м.

9. Определяют отметку лотка  $Z_{\text{л}}^{\text{НКД}}$ , м, в НКД:

$$Z_{\text{л}}^{\text{НКД}} = Z_{\text{в}}^{\text{НКД}} - h_{\omega}, \quad (3.13)$$

где  $h_{\omega}$  – слой воды в трубе на отводящем участке от дюкера, м.

10. Проверяют дюкер в режиме аварии, то есть когда одна линия полностью отключена, а другая – пропускает весь расчетный расход. В этом случае увеличивается скорость и возрастают потери напора. В ВКД возникает подтопление (подпор)  $\Delta h$ , м:

$$\Delta h = h_{ab} - h, \quad (3.14)$$

где  $h_{ab}$  – потери напора при аварии, определяемые аналогично вышеприведенной методике расчета, м.

При подтоплении не должно происходить излива сточных вод из ВКД и смотровых колодцев.

11. Определяют длину  $L$ , м, подтопленного участка:

$$L = \frac{\Delta h}{i_c (1 - K_i)}, \quad (3.15)$$

где  $i_c$  – гидравлический уклон на подводящем самотечном трубопроводе;

$K_i$  – величина, зависящая от наполнения [4], принимается в следующих пределах:

$h/D$	0,6	0,7	0,8
$K_i$	0,43	0,67	0,87

Подпор не должен вызывать подтопление трубопроводов большой протяженности. Для уменьшения величины подпора расчет дюкера следует начинать с предположения о необходимости пропуска, по одной линии ранее выбранного на нормальный режим работы диаметра  $d_y$  75 % общего расхода. Увеличивается величина общих потерь  $h$ , НКД опускается, а подпор  $\Delta h$  уменьшается. Если подтопление вообще недопустимо, то расчет величины  $h$  ведется при условии пропуска всего расхода  $q_p$ , но одной линии дюкера.

При большой глубине заложения подводящего самотечного коллектора (более 4 м) для переброски сточных вод через водную преграду целесообразно устройство канализационной насосной станции (КНС). Место расположения КНС относительно дюкера уточняют расчетом. Дюкер в этом случае будет напорным (рис. 3.10, 3.11), состоящим из следующих элементов: верхней (ВКД), нижней (НКД) камер и напорных трубопроводов. В камерах дюкера размещаются напорные трубы с задвижками, с помощью которых можно отключать любой из трубопроводов дюкера. В отдельных случаях допускается устройство камер из местных материалов (кирпича или бетона). В зависимости от числа и диаметра труб, фасонных частей и задвижек камеры могут быть круглыми и прямоугольными. Размеры камер определяются по СНиП 2.04.02–84. Минимальная высота рабочей части  $H_p = 1800$  мм.

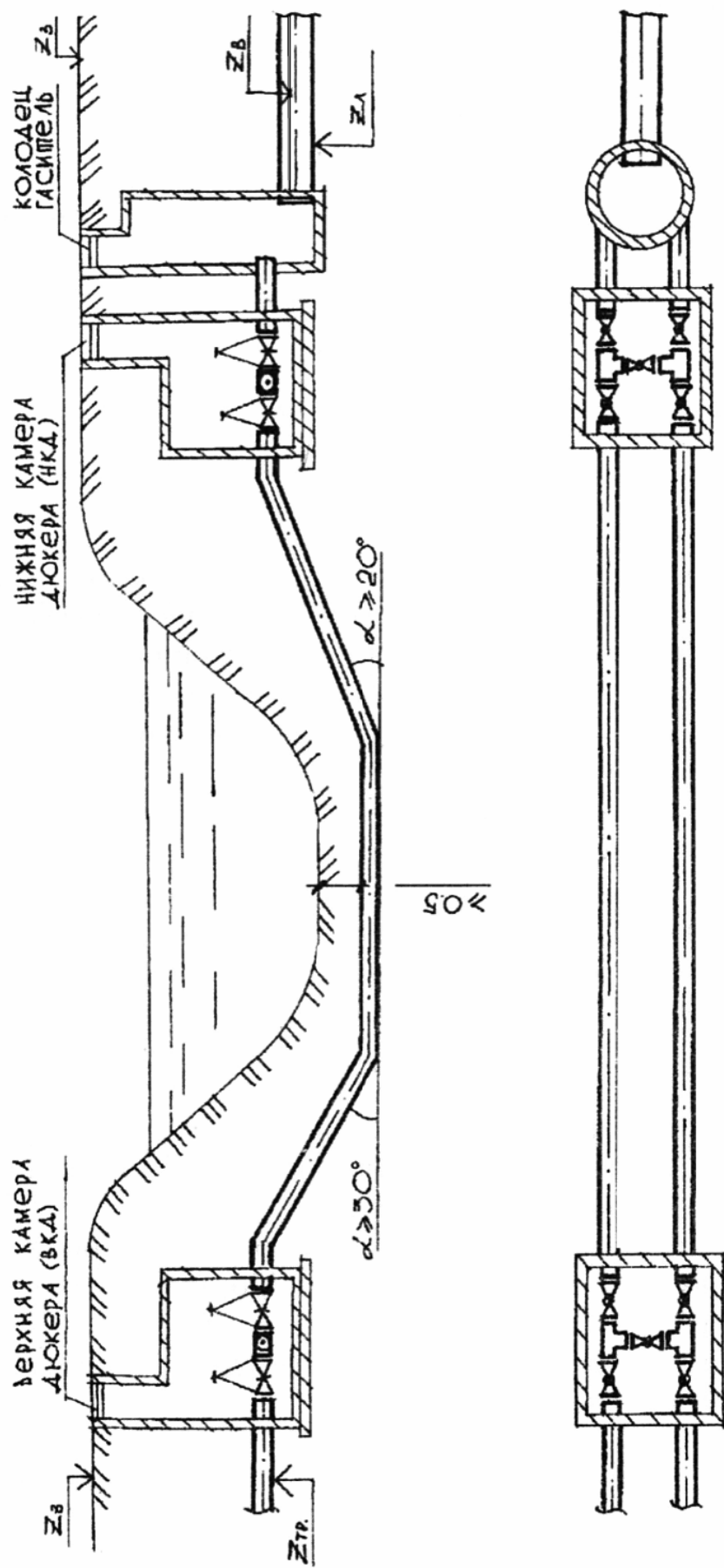


Рис. 3.10. Схема напорного дюкера

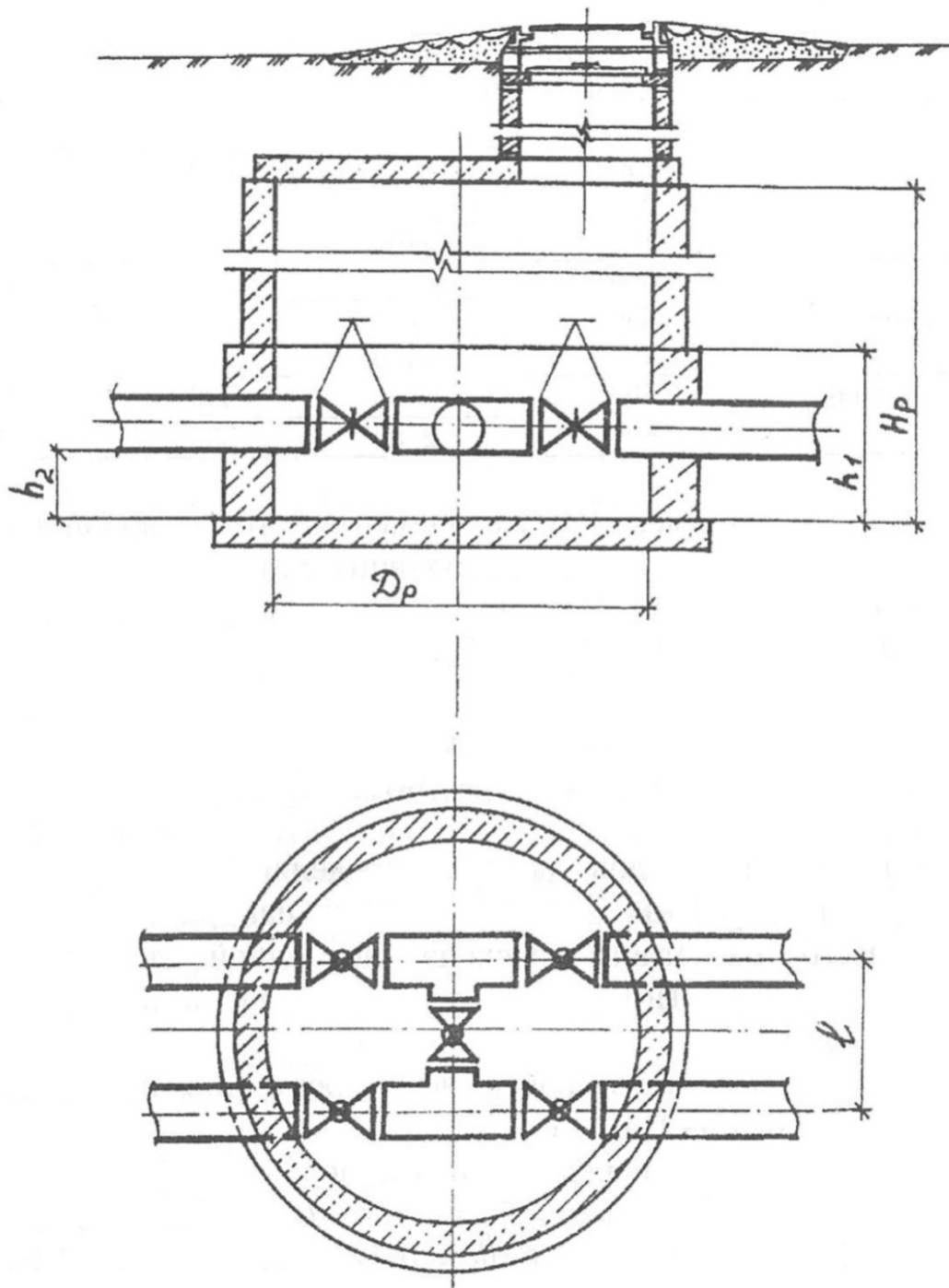


Рис. 3.11. Верхняя и нижняя камеры дюкера при напорном режиме

Основные размеры, мм, ВКД и НКД представлены в табл. 3.14.

Камеры дюкера имеют те же элементы, что и водопроводные колодцы: днище, рабочую часть, горловину с люком и крышкой.

Рабочую часть и горловину набирают по тому же методу, что и канализационные колодцы (см. подразд. 3.1). Перед отключением к самотечной водоотводящей сети после НКД обязательно устройство колодца-гасителя, место расположения которого уточняется рас-

четом. Расчет напорного дюкера ведется по вышеизложенной методике.

Т а б л и ц а 3 . 1 4

Размеры верхней и нижней камер дюкера

Размер колодца в плане $D_k$ или $B \times L$ , мм	Диаметр труб $d_y$ , мм	Высота рабочей части $H_p$ , мм	$h_2$ , мм	Размер между осями труб $l$ , мм
2000	150		250	500
	200	1800	250	600
	250	2100	250	625
2500	300		250	970
	350		250	1040
	400	2400	250	1120
3000×2500	500		300	1330
	600	2700	300	1490

Диаметр трубопроводов дюкера определяют по справочному пособию [9] при нормальном режиме работы дюкера. Потери напора вычисляют на пропуск всего расчетного расхода по одной линии дюкера (аварийный режим). Потери напора учитывают при определении напора насосов КНС.

**Пример 4.** Рассчитать дюкер через реку для пропуска максимального расхода  $q = 214$  л/с.

Водоотводящая сеть перед верхней камерой дюкера (ВКД) имеет следующие исходные данные: диаметр  $D_y = 600$  мм; наполнение  $h/D = 0,7$ ; слой воды в трубе  $h_w = 0,42$  м; скорость  $v = 1,02$  м/с; уклон трубопровода  $i = 0,002$ .

Геодезические отметки: отметка земли  $Z_{п.з}^{ВКД} = 62,600$  м; отметка лотка  $Z_{л}^{ВКД} = 59,300$  м; отметка уровня воды в подводящем трубопроводе  $Z_{в}^{ВКД} = 59,720$  м; отметка земли нижней камеры дюкера (НКД)  $Z_{п.з}^{НКД} = 61,500$  м. Расстояние между верхней и нижней камерами дюкера  $l = 75$  м (определяется по генплану).

#### Расчет и конструирование

1. Принимаем две рабочие линии дюкера из стальных труб.
2. Определяем расход  $q_1$ , л/с, по одной линии дюкера по формуле (3.3):

$$q_1 = \frac{q}{n};$$

$$q_1 = \frac{214}{2} = 107 \text{ л/с}.$$

3. Производим подбор диаметров труб  $d_y$ , мм, дюкера, исходя из условия обеспечения самоочищающихся скоростей. По работе [9] при пропуске расхода  $q_1 = 107$  л/с и скорости в водоотводящей сети перед ВКД  $v = 1,02$  м/с принимаем: диаметр труб  $d_y = 350$  мм; гидравлический уклон  $i = 0,00436$ ; уточненную скорость  $v_1 = 1,03$  м/с.

4. Определяем потери напора на трение по длине  $h_{\text{тр}}$ , м, по формуле (3.4):

$$h_{\text{тр}} = i \cdot l;$$

$$h_{\text{тр}} = 0,00436 \cdot 75 = 0,327 \text{ м}.$$

5. Уточняем количество местных сопротивлений по схеме (см. рис. 3.7). На дюкере имеются следующие местные сопротивления: на входе в трубу; на двух поворотах (на нисходящей и восходящей линиях дюкера); на выходе из трубы. Сопротивление в задвижке при полном открытии  $\xi_{\text{зад}} = 0$ .

6. Определяем местные потери:

– при входе в трубу дюкера  $h_1$ , м, в зависимости от сопротивления  $\xi_1 = 0,2$  и скорости  $v_1 = 1,03$  м/с – по табл. 3.11 путем интерполяции  $h_1 = 0,0114$  м;

– при выходе из дюкера  $h_2$ , м, – по табл. 3.12. в зависимости от разности скоростей в дюкере  $v_1$ , м/с, и за дюкером  $v$ , м/с:

$$1,03 - 1,02 = 0,07 \text{ м/с}.$$

Такого значения в таблице нет.

Потери на выходе из дюкера находим по формуле (6):

$$h_2 = \frac{(v_1 - v)^2}{2g};$$

$$h_2 = \frac{(1,03 - 1,02)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0005 \text{ м};$$

– в углах поворота нисходящей линии  $h'_3$  (два поворота) – по табл. 3.14, в зависимости от скорости  $v_1 = 1,03$  м/с и угла  $\alpha = 30^\circ$   $h'_3 = 0,0063$  м.

– в углах поворота восходящей линии  $h_3''$  (два поворота) – по табл. 3.13, в зависимости от скорости  $v_1=1,03$  м/с и угла  $\alpha = 20^\circ$   $h_3'' = 0,0043$  м.

Сумма местных потерь напора  $h_M$ , м, в дюкере вычисляется по формуле (3.10):

$$h_M = h_1 + h_2 + 2h_3' + 2h_3'';$$

$$h_M = 0,0114 + 0,0005 + 2 \cdot 0,0063 + 2 \cdot 0,0043 = 0,033 \text{ м.}$$

7. Определяем общие потери напора  $h$ , м, по формуле (3.11):

$$h = h_{\text{тр}} + h_M;$$

$$h = 0,327 + 0,033 = 0,36 \text{ м.}$$

8. Определяем отметку воды  $Z_B^{\text{НКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.12):

$$Z_B^{\text{НКД}} = Z_B^{\text{БКД}} - h;$$

$$Z_B^{\text{НКД}} = 59,720 - 0,36 = 59,360 \text{ м.}$$

9. Определяем отметку лотка  $Z_L^{\text{НКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.13):

$$Z_L^{\text{НКД}} = Z_B^{\text{НКД}} - h_\omega;$$

$$Z_L^{\text{НКД}} = 59,360 - 0,42 = 58,940 \text{ м.}$$

10. Проверяем работу дюкера в режиме аварии, то есть когда одна линия полностью отключена, а другая пропускает весь расчетный расход. По работе [9] при  $q = 214$  л/с  $d_y = 350$  мм принимаем:  $v_{ab} = 2,07$  м/с;  $i_{ab} = 0,0171$ .

11. Вычисляем потери напора  $h_{ab}$ , м, по длине по формуле (3.4):

$$h_{ab} = i_{ab} \cdot l;$$

$$h_{ab} = 0,0171 \cdot 75 = 1,28 \text{ м.}$$

12. Находим местные потери при аварии:

– при входе в трубу дюкера  $h_{ab1}$  – по табл. 3.11, в зависимости от сопротивления  $\xi_{ab} = 0,5$  и скорости  $v_{ab} = 2,07$  м/с  $h_{ab1} = 0,115$  м;

– при выходе из дюкера  $h_{ab2}$  – по табл. 3.12, в зависимости от разности скоростей  $v_{ab}$ , м/с, и за дюкером  $v$ , м/с:

$$(v_{ab} - v) = 2,07 - 1,02 = 1,05 \text{ м/с.}$$

Такого значения в таблице нет.

Потери на выходе определяем согласно формуле:

$$h_2 = \frac{(v_1 - v)^2}{2g};$$

$$h_2 = \frac{(2,07 - 1,02)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,056 \text{ м.}$$



– в углах поворота нисходящей линии  $h'_{ab3}$  (два поворота) – табл. 3.13, в зависимости от скорости  $v_{ab} = 2,07$  м/с и угла  $\alpha = 30^\circ$ ;  $h'_{ab3} = 0,0253$  м;

– в углах поворота нисходящей линии  $h''_{ab3}$  (два поворота) – табл. 3.13, в зависимости от скорости  $v_{ab} = 2,07$  м/с и угла  $\alpha = 20^\circ$ ;  $h''_{ab3} = 0,0160$  м;

Сумма местных потерь напора  $h_{abM}$ , м, в дюкере:

$$h_{abM} = 0,115 + 0,056 + 2 \cdot 0,0253 + 2 \cdot 0,016 = 0,254 \text{ м.}$$

13. Определяем общие потери напора  $h_{ab}$ , м, в режиме аварии:

$$h_{ab} = 1,28 + 0,254 = 1,534 \text{ м.}$$

14. Вычисляем подпор  $\Delta h$ , м, по формуле (3.14):

$$\Delta h = h_{ab} - h;$$

$$\Delta h = 1,534 - 0,36 = 1,174 \text{ м.}$$

15. Находим длину подтопленного участка  $L$ , м, по формуле (3.15):

$$L = \frac{\Delta h}{i_c (1 - K_i)};$$

$$L = \frac{1,174}{0,002(1 - 0,67)} = 1726 \text{ м.}$$

Длина подтопленного участка имеет большую протяженность, что недопустимо. Следовательно, НКД необходимо понизить на величину подтопления  $\Delta h$ , м.

Тогда отметка лотка  $Z_{л'}^{\text{НКД}}$ , м, будет следующей:

$$Z_{л'}^{\text{НКД}} = Z_{л}^{\text{НКД}} - \Delta h;$$

$$Z_{л'}^{\text{НКД}} = 58,940 - 1,174 = 57,766 \text{ м.}$$

Глубина НКД составит:

$$H^{\text{НКД}} = Z_{пз}^{\text{НКД}} - Z_{л'}^{\text{НКД}};$$

$$H^{\text{НКД}} = 61,500 - 57,766 = 3,73 \text{ м.}$$

16. Конструирование верхней и нижней камер дюкера.

16.1. Определяем глубину ВКД:

$$H = Z_{пз}^{\text{НКД}} - Z_{л'}^{\text{НКД}};$$

$$H = 62,600 - 59,300 = 3,30 \text{ м} = 3300 \text{ мм.}$$

ВКД и НКД находятся вне проезжей части, поэтому люки камер располагаются на 50 мм выше поверхности земли.

Общая глубина  $H^{\text{ВКД}}$ , мм, ВКД составит:

$$H^{\text{ВКД}} = H + 50;$$

$$H^{\text{ВКД}} = 3300 + 50 = 3350 \text{ мм.}$$

16.2. Размеры ВКД, мм, зависят от диаметра подводящего самотечного коллектора  $D_y = 600$  мм и определяются по табл. 3.10:

диаметр каждого отделения ВКД  $D_k = 2000$  мм;

глубина лотка  $h_1 = 700$  мм;

высота рабочей части  $H_p = 1800$  мм.

Днище проектируем общее для мокрого и сухого отделений ВКД из монолитного бетона с размерами  $4550 \times 2400$  мм (см. рис. 3.8). Высоту рабочей части считаем от верха лотка с учетом одного растворного слоя до плиты перекрытия.

Рабочую часть набираем с помощью двух колец марки КС20.9 высотой по 890 мм каждое.

16.3. Определяем высоту горловины по формуле (3.2). Расчет горловины  $h_r$ , мм, ведем от плиты перекрытия (включительно) до верха люка:

$$h_r = H^{\text{ВКД}} - (H_p + h_1 + h_{pc});$$

$$h_r = 3350 - (2 \cdot 890 + 700 + 3 \cdot 10) = 840 \text{ мм.}$$

16.4. Производим набор элементов горловины. Горловина состоит: из плиты перекрытия (см. табл. 3.2) – 1ПП20 (высота плиты – 150 мм); стеновых колец с внутренним диаметром 700 мм; опорного кольца К06 (высота кольца 70 мм); люка высотой 100 мм.

На кольце горловины остается:

$$h'_r = h_r - (h_{1\text{ПП}20} + h_{\text{К}06} + h_{\text{люка}} + h_{pc});$$

$$h'_r = 840 - (150 + 70 + 100 + 2 \cdot 10) = 500 \text{ мм.}$$

Принимаем одно кольцо марки КС7.3 высотой 290 мм. С учетом растворного слоя в 10 мм остается 200 мм. Недостаточную высоту набираем с помощью трех рядов кирпичной кладки:

$$3 \cdot 65 + 3 \cdot 10 = 225 \text{ мм.}$$

Излишек составляет:  $225 - 200 = 25$  мм. Тогда люки ВКД будут располагаться выше поверхности земли на  $50 + 25 = 75$  мм, что допустимо [1, п. 4.21]. Общая глубина мокрого отделения составит:

$$H_{(м)}^{\text{ВКД}} = 3350 + 25 = 3375 \text{ мм.}$$

16.5. Производим конструирование мокрого отделения ВКД по высоте (поверочный расчет).

$H = 3375\text{мм}$	$h_{\Gamma} = 865$	Люк	100
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Ряд кирпичной кладки	65
		Растворный слой	10
		Кольцо опорное К06	70
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС7.3	290
		Растворный слой	10
		Плита перекрытия 1ПП15	150
	$H_{\text{р}} = 1800$	Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС20.9	890
		Растворный слой	10
	$h_{\text{л}} = 710$	Кольцо стеновое КС20.9	890
		Растворный слой	10
		лоток	7000
	Плита днища	Итого 3375 мм	

16.6. Производим конструирование сухого отделения дюкера. Рабочая часть и горловина набираются из тех же элементов, что и мокрое отделение ВКД. Дно сухого отделения ВКД располагается ниже рабочей части, согласно табл. 3.10 на  $h_2 = 1100$  мм. Тогда общая глубина сухого отделения ВКД составит:

$$H_{\text{сух}}^{\text{ВКД}} = H_{\text{р}} + h_{\Gamma} + h_2 + h_{\text{рс}};$$

$$H_{\text{сух}}^{\text{ВКД}} = 1800 + 865 + 1100 + 10 = 3775 \text{ мм}.$$

16.7. Конструирование НКД (см. рис. 3.9) производим аналогично канализационным колодцам (см. подразд. 3.1) и согласно табл. 3.10.

**Пример 5.** Рассчитать дюкер через реку для пропуска максимального расхода  $q = 148$  л/с. Водоотводящая сеть перед верхней камерой дюкера (ВКД) имеет следующие исходные данные: диаметр  $D_y = 500$  мм, наполнение  $h/D = 0,7$ , слой воды в трубе  $h_w = 0,35$  м, скорость  $v = 1,01$  м/с, уклон трубопровода  $i = 0,0025$ .

Геодезические отметки: отметка земли  $Z_{\text{из}}^{\text{ВКД}} = 84,550$  м, отметка лотка  $Z_{\text{л}}^{\text{ВКД}} = 81,150$  м, отметка уровня воды в подводящем трубопроводе  $Z_{\text{в}}^{\text{ВКД}} = 81,500$  м, отметка земли нижней камеры дюкера (НКД)  $Z_{\text{из}}^{\text{НКД}} = 84,500$  м.

Расстояние между ВКД и НКД  $l = 96$  м (определяется по генплану).

#### Расчет и конструирование

1. Принимаем две рабочие линии дюкера из стальных труб.
2. Определяем расход  $q_1$ , л/с, по одной линии дюкера по формуле (3.3):

$$q_1 = \frac{q}{n};$$

$$q_1 = \frac{148}{2} = 74 \text{ л/с.}$$

3. Производим подбор диаметров труб  $d_y$ , мм, дюкера, исходя из условия обеспечения самоочищающихся скоростей. По работе [9] при пропуске расхода  $q_1 = 74$  л/с и скорости водоотводящей сети перед ВКД  $v = 1,01$  м/с, принимаем: диаметр труб  $d_y = 250$  мм, гидравлический уклон  $i = 0,012$ , скорость  $v_1 = 1,39$  м/с.

4. Определяем потери напора на трение по длине  $h_{\text{тр}}$ , м, по формуле (3.4):

$$h_{\text{тр}} = i \cdot l;$$

$$h_{\text{тр}} = 0,012 \cdot 96 = 1,15 \text{ м.}$$

5. Уточняем количество местных сопротивлений по схеме и определяем местные потери напора в них:

– при входе в трубу дюкера  $h_1$  – по табл. 3.11, в зависимости от сопротивления  $\xi_1 = 0,2$  и скорости  $v_1 = 1,39$  м/с  $h_1 = 0,020$  м;

– при выходе из дюкера  $h_2$  – по табл. 3.12, в зависимости от разности скоростей в дюкере  $v_1$ , м/с, и за дюкером  $v$ , м/с ( $1,39 - 1,01 = 0,38$  м/с) путем интерполяции  $h_2 = 0,0074$  м.

– в углах поворота нисходящей линии  $h'_3$  (два поворота по  $30^\circ$ ) и восходящей линии  $h''_3$  (два поворота по  $20^\circ$ ) – табл. 3.13, в зависимости от скорости  $v_1 = 1,39$  м/с  $h'_3 = 0,0113$  м,  $h''_3 = 0,0076$  м.

Сумма местных потерь напора  $h$  в дюкере:

$$h_{\text{м}} = h_1 + h_2 + 2 h_3' + 2 h_3'';$$

$$h_{\text{м}} = 0,020 + 0,0074 + 2 \cdot 0,0113 + 2 \cdot 0,0076 = 0,065 \text{ м.}$$

6. Вычисляем общие потери напора  $h$ , м, по формуле (3.11):

$$h = h_{\text{тр}} + h_{\text{м}};$$

$$h = 1,15 + 0,065 = 1,215 \text{ м.}$$

7. Находим отметку воды  $Z_{\text{в}}^{\text{НКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.12):

$$Z_{\text{в}}^{\text{НКД}} = Z_{\text{в}}^{\text{БКД}} - h;$$

$$Z_{\text{в}}^{\text{НКД}} = 81,500 - 1,215 = 80,285 \text{ м.}$$

8. Определяем отметку лотка  $Z_{\text{л}}^{\text{НКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.13):

$$Z_{\text{л}}^{\text{НКД}} = Z_{\text{в}}^{\text{НКД}} - h_{\omega};$$

$$Z_{\text{л}}^{\text{НКД}} = 80,285 - 0,35 = 79,935 \text{ м.}$$

9. Проверяем работу дюкера на пропуск всего расхода по одной нитке (аварийный случай). Трубопровод диаметром  $d_y = 250$  мм не может пропустить сточные воды с расходом  $q = 148$  л/с [9], то есть не выполняются условия [1, п. 4.37]. В таком случае подбираем дюкер с одной рабочей и одной резервной трубами на пропуск всего расчетного расхода. По работе [9] при  $q = 148$  л/с и скорости в водоотводящей сети перед ВКД  $v = 1,01$  м/с принимаем: диаметр трубы  $d_y = 400$  мм, гидравлический уклон  $i = 0,00423$ , скорость  $v_1 = 1,11$  м/с.

10. Вычисляем потери напора на трение по длине по формуле (3.4):

$$h_{\text{тр}} = i \cdot l;$$

$$h_{\text{тр}} = 0,00423 \cdot 96 = 0,41 \text{ м.}$$

11. Находим местные потери напора:

– при входе в трубу дюкера  $h_1$  – по табл. 3.11, в зависимости от сопротивления  $\xi_1 = 0,2$  и скорости  $v_1 = 1,11$  м/с  $h_1 = 0,0136$  м;

– при выходе из дюкера  $h_2$  – по табл. 3.12, в зависимости от разности скоростей в дюкере  $v_1$ , м/с, и за дюкером  $v$ , м/с ( $1,11 - 1,01 = 0,10$  м/с).

При такой разности скоростей значения  $h_2$  в табл. 3.12 нет, значит вычисляем по формуле (3.6).

$$h_2 = \frac{(v_1 - v)^2}{2g};$$

$$h_2 = \frac{(1,11 - 1,01)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0005 \text{ м.}$$

– в углах поворота нисходящей линии  $h'_3$  (два поворота по  $30^\circ$ ) и восходящей линии  $h''_3$  (два поворота по  $20^\circ$ ) – табл. 3.13, в зависимости от скорости  $v_1 = 1,11$  м/с,  $h'_3 = 0,0072$  м,  $h''_3 = 0,0049$  м.

Сумма местных потерь напора  $h_m$ , м, в дюкере:

$$h_m = h_1 + h_2 + 2 h'_3 + 2 h''_3;$$

$$h_m = 0,0136 + 0,0005 + 2 \cdot 0,0072 + 2 \cdot 0,0049 = 0,0383 \text{ м.}$$

12. Определяем общие потери напора  $h$ , м, по формуле (3.11):

$$h = 0,41 + 0,0383 = 0,448 \text{ м.}$$

13. Находим отметку воды  $Z_B^{\text{НКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.12):

$$Z_B^{\text{НКД}} = Z_B^{\text{ВКД}} - h;$$

$$Z_B^{\text{НКД}} = 81,500 - 0,448 = 81,052 \text{ м.}$$

14. Вычисляем отметку лотка  $Z_L^{\text{ВКД}}$ , м, в НКД по формуле (3.13):

$$Z_L^{\text{НКД}} = Z_B^{\text{НКД}} - h_\omega;$$

$$Z_L^{\text{НКД}} = 81,052 - 0,35 = 80,702 \text{ м.}$$

15. Определяем глубину  $H^{\text{НКД}}$ , м, НКД:

$$H = Z_{\text{пз}}^{\text{НКД}} - Z_L^{\text{НКД}};$$

$$H = 84,500 - 80,702 = 3,798 \text{ м.}$$

16. Конструирование ВКД и НКД производим аналогично примеру 4.

### 3.4. Дождеприемники

Дождевые воды с территории населенных мест и промпредприятий отводятся открытой или закрытой дождевой сетью в аккумулирующие емкости, а затем на очистные сооружения либо непосредственно в водоем.

1. Открытые дождевые сети выполняются в виде борд-лотков, расположенных вдоль крайней полосы проезжей части улицы или тротуара, а также в виде кюветов, канав или водоотводных открытых каналов.

Борд-лотки устраивают из сборных железобетонных (бетонных) элементов, из монолитного бетона, из асбестоцементных труб, разрезанных пополам и т.п. Некоторые наиболее распространенные из них изображены на рис. 3.12.

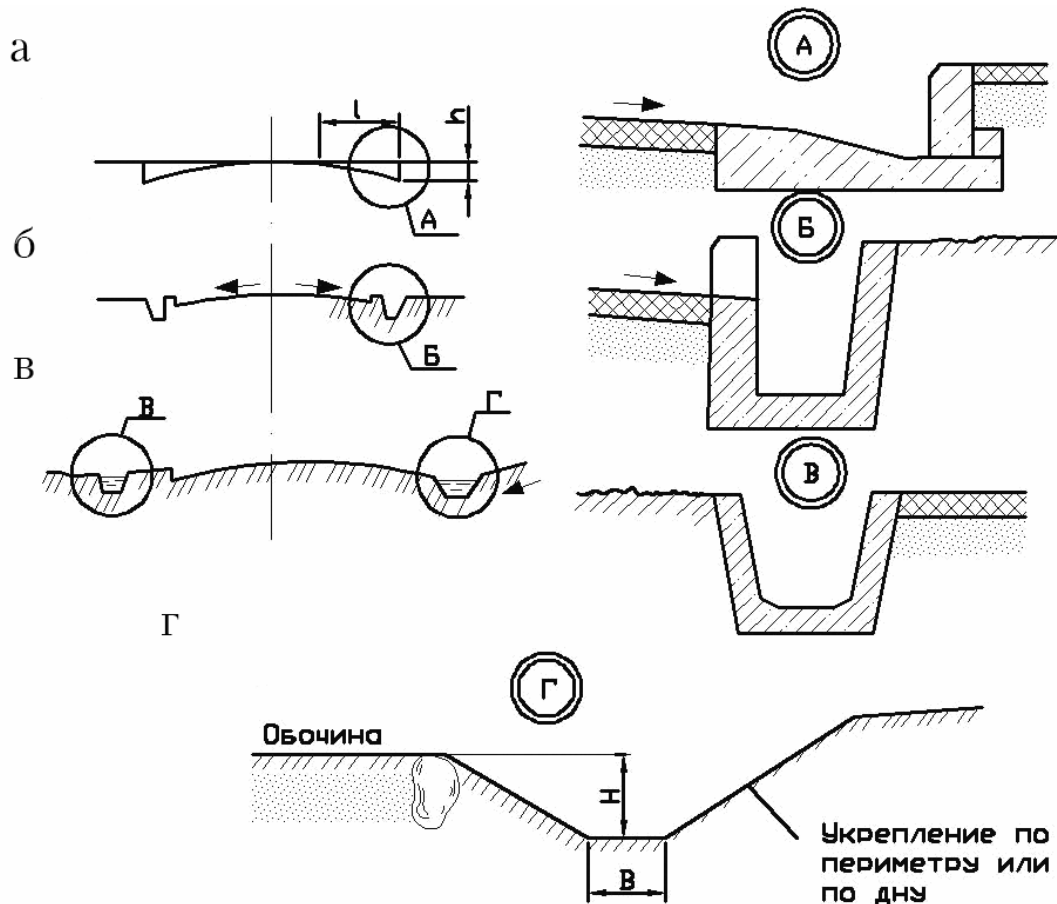


Рис. 3.12. Типы открытых дождевых сетей:  
 а – борт-лоток бетонный треугольный; б – то же, армированный прямоугольный;  
 в – то же, армированный трапецидальный лоток;  
 г – кювет мощеный или одернованный

Лотки бывают треугольного, трапецидального, прямоугольного или полукруглого сечения.

Размеры лотков определяются по расчету. Глубина воды в лотке ( $h$ ), входящем в конструкцию внутриквартальных проездов, при расчетном дожде не должна превышать 0,06 м. На улицах, кроме того, ограничивается ширина потока воды ( $l$ ), в лотке перед дождеприемником она не должна превышать 2 м (см. рис. 3.12, а).

Кюветы (рис. 3.12, в) размещают по сторонам проезжей части дороги непосредственно за обочинами или за бортовыми камнями, при ограждении ими проезжей части дороги. В последнем случае в бортовых камнях делают разрывы для сброса воды из лотков в кюветы. Кюветы обычно устраивают трапецидального сечения; стенки их укрепляют по дну или по всему периметру мощеным камнем, бе-

тонными плитами, монолитным бетоном или сборными железобетонными плитами.

Водоотводные каналы для перехвата дождевых вод с вышерасположенных территорий устраиваются аналогично кюветам. В местах пересечения кюветов и каналов с уличными проездами, въездами в кварталы или во дворы предусматриваются водопропускные трубы диаметром не менее 0,5 м или мостики.

Наименьшие размеры кюветов и каналов трапецеидального сечения следующие: ширина по дну  $B = 0,3$  м, глубина  $H = 0,4$  м. Запас глубины каналов над расчетным горизонтом должен быть не менее 0,2 м. Максимальная глубина кюветов и каналов в населенном пункте не должна превышать 1 м.

Приведем наименьшие уклоны открытых дождевых сетей:

лотки проезжей части при асфальтобетонном покрытии	0,003
то же, при брусчатом или щебеночном покрытии	0,004
то же, при булыжной мостовой	0,005
отдельные лотки и кюветы	0,005
водоотводные каналы	0,003

Скорости течения, м/с, дождевых вод в кюветах и канавах не должны превышать наибольших скоростей, значения которых зависят от вида крепления стенок канала и при глубинах потока от 0,4 до 1 м принимаются равными нижеприведенным значениям<sup>1</sup>.

Крепление бетонными плитами стенок канала	4,0
Одерновка откосов плашмя	1,0
То же, в стенку	1,6
Мощение откосов одинарное	2,0
То же, двойное	3–3,5
Известняки, песчаники средние	4,0

В ряде случаев в населенных пунктах устраивают открытые водоотводные каналы, в которые нередко включают также протекающие в населенном пункте небольшие речки. Эти каналы могут иметь разнообразные конструктивные решения в зависимости от местных условий, применяемых материалов и архитектурных требований. Десятиметровая прибрежная зона у канала (без учета откосов) не должна застраиваться и озеленяться (кроме газонов).

---

<sup>1</sup> При глубине потока менее 0,4 м значения наибольших скоростей течения воды следует принимать с коэффициентом 0,85, при глубине свыше 1 м — с коэффициентом 1,25.



2. Для приема атмосферных вод с усовершенствованных покрытий дорог в закрытую дождевую наружную водоотводящую сеть применяются специальные сооружения – дождеприемники, представляющие собой заглубленные камеры, перекрытые сверху решетками.

Дождеприемники устанавливаются: в пониженных местах и в конце улиц с затяжными спусками; на перекрестках и у пешеходных переходов (до переходов со стороны притока воды); на затяжных спусках – в промежуточных точках, нормируемых в [1]; при плоском рельефе местности – в пониженных местах лотков улиц (пилообразный профиль лотков), внутри кварталов, на дворовых и парковых территориях, не имеющих стока поверхностных вод.

Расстояние между дождеприемниками при пилообразном продольном профиле лотков (уклоне улиц менее 0,005) назначается в зависимости от продольного уклона улиц и глубины воды в лотке у дождеприемника, которая, как правило, не должна превышать 0,06 м. Расстояние между дождеприемниками при затяжном уклоне улиц не менее 0,005 устанавливается исходя из условия, что ширина потока перед решеткой не должна превышать 2 м.

В настоящее время при проектировании дождевой сети используются типовые материалы для проектирования Т.П.902–09–46.88 Камеры и колодцы дождевой канализации.

Состав проекта:

Альбом I – Пояснительная записка.

Альбом II – Дождеприемные колодцы.

Альбом III – Колодцы круглые для труб  $d_y = 300 - 1200$  мм.

Альбом IV – Колодцы прямоугольные для труб.

Альбом V – Камеры перепадные для труб  $d_y = 300 - 1600$  мм.

Альбом VI – Строительные изделия для армирования перепадных камер.

Дождеприемные колодцы собираются обычно из сборных железобетонных элементов. Стенки делают из железобетонных колец диаметром 0,7 м и 1 м. Общий вид дождеприемника представлен на рис. 3.13, 3.14.

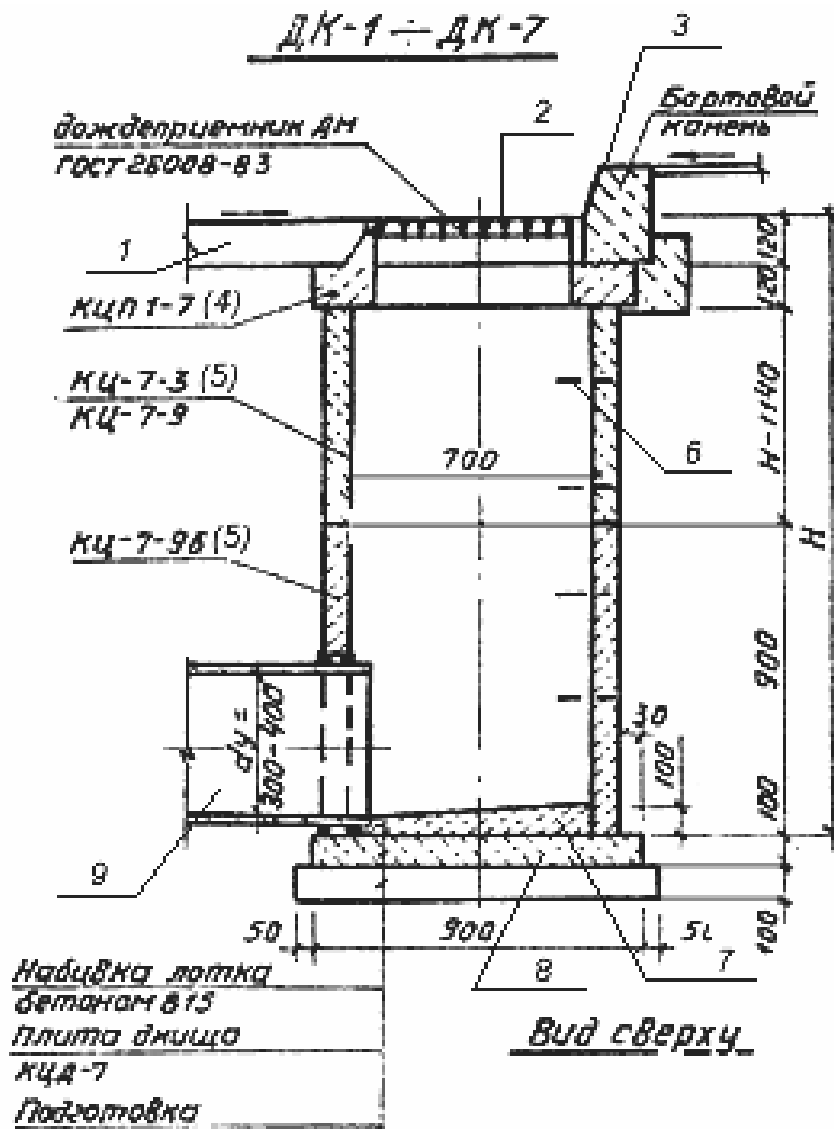


Рис. 3.13. Дождеприемник из сборных железобетонных элементов типа ДМ (оснащенный малой прямоугольной решеткой)  
 1 – проезжая часть, покрытая асфальтом; 2 – решетка; 3 – бордюрный камень; 4 – плита перекрытия; 5 – кольца стенные; 6 – ходовые скобы; 7 – бетон; 8 – плита днища; 9 – соединительная труба

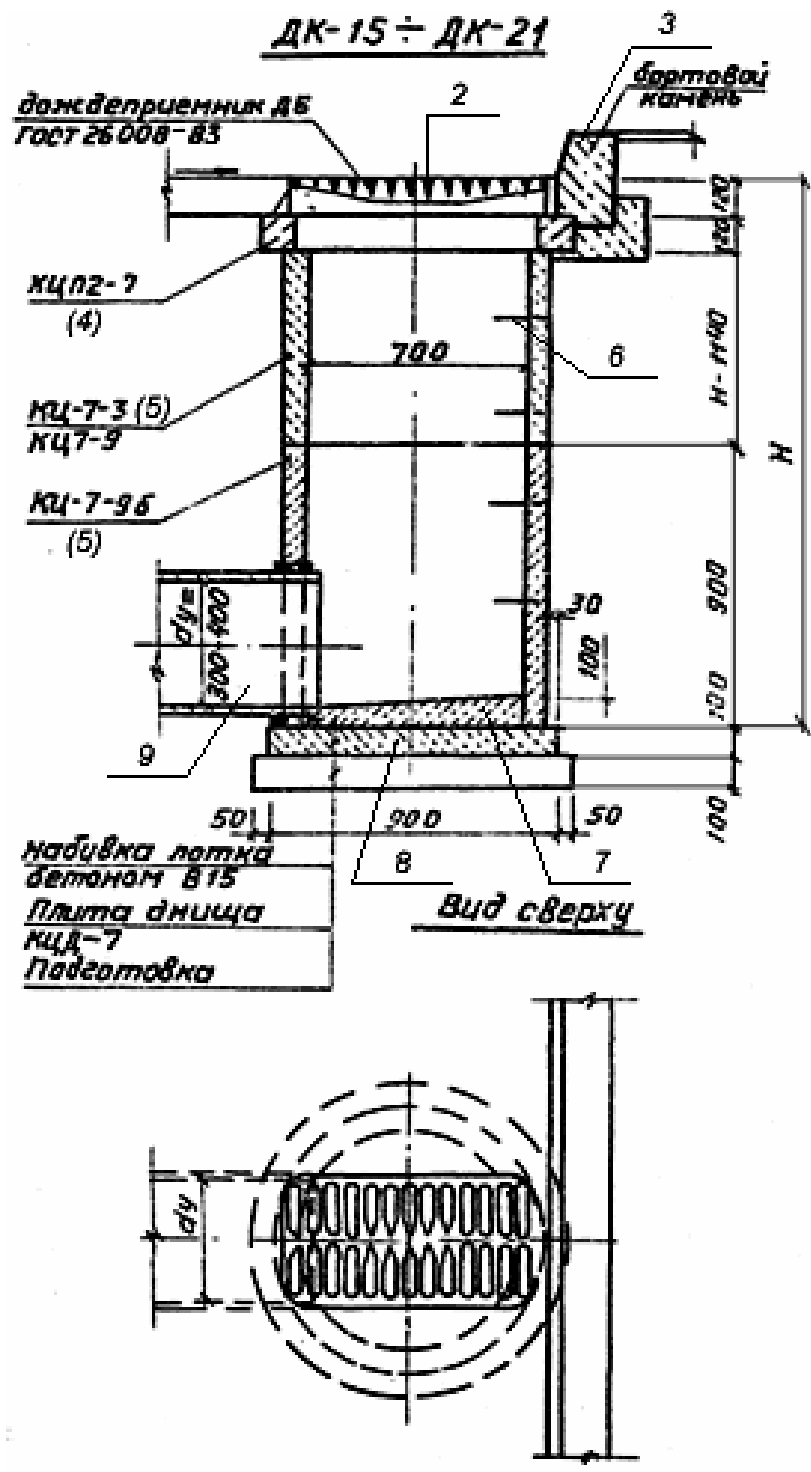


Рис. 3.14. Дождеприемник из сборных железобетонных элементов типа ДБ (оснащенный большой прямоугольной решеткой):  
 1 – проезжая часть, покрытая асфальтом; 2 – решетка;  
 3 – бордюрный камень; 4 – плита перекрытия; 5 – кольца стеновые;  
 6 – ходовые скобы; 7 – бетон; 8 – плита днища;  
 9 – соединительная труба

Глубина дождеприемных колодцев  $H$  зависит от глубины промерзания грунтов. По типовым проектам для дорог величина  $H$  составляет 1140–2940 мм, а для парковых территорий – 910–1380 мм.

В местах примыкания соединительной трубы к дождеприемнику пространство между стенками трубы и колодца заделывается просмоленной прядью и асбоцементным раствором с двух сторон. Допускается присоединение к дождеприемникам водосточных труб зданий и дренажных трубопроводов.

Дождеприемные отверстия обычно перекрываются горизонтальными решетками; наряду с ними устраиваются вертикальные отверстия в плоскости бордюрного камня или комбинированные горизонтальные решетки и вертикальные отверстия (рис. 3.15).

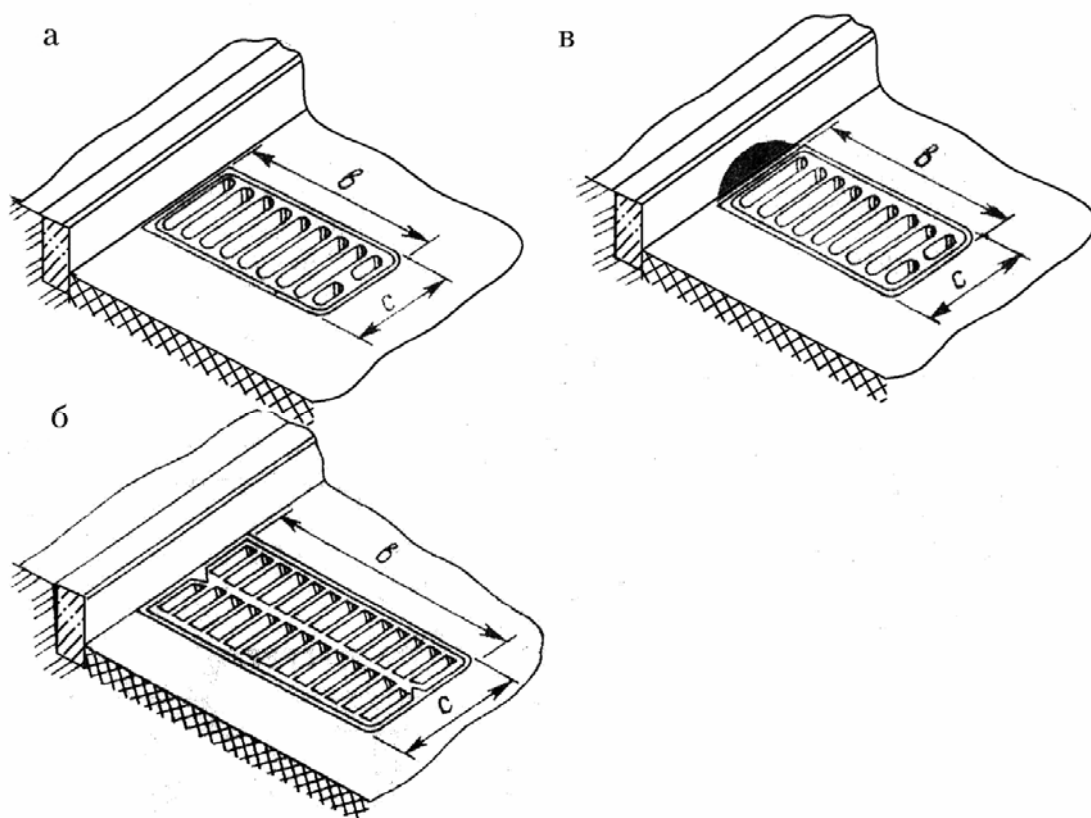


Рис. 3.15. Дождеприемные отверстия:

- а – решетка прямоугольная малая; б – то же, большая;
- в – комбинированный приемник из горизонтальной малой решетки и вертикального отверстия в бордюрном камне

При комбинированных отверстиях диаметр водоприемного колодца принимается равным 1 м, в остальных случаях – 0,7 м.

В соответствии с ГОСТ 26008–83 на дождеприемники в пониженных местах на улицах при пилообразном продольном профиле лотков (уклон улиц  $< 0,005$ ) и в парках рекомендуется устанавливать малые чугунные прямоугольные решетки типа ДМ с размерами  $b = 58$  см и  $c = 30$  см (см. рис. 3.15, а и рис. 3.16, а).

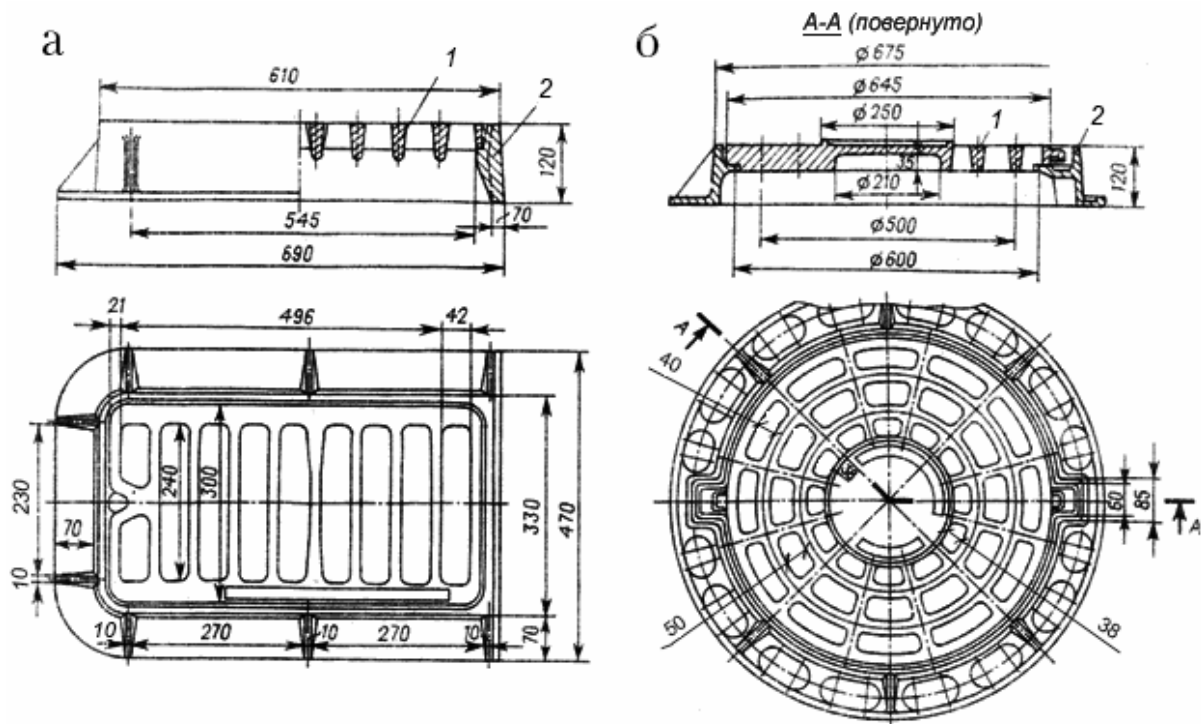


Рис. 3.16. Дождеприемные решетки (ГОСТ 26008–83):  
 а – малая прямоугольная; б – круглая; 1 – решетка; 2 – люк

В населенных пунктах с пересеченным рельефом при продольном уклоне улиц не менее 0,005 рекомендуется применять большие чугунные прямоугольные решетки типа ДБ, которые имеют ширину  $b = 80$  см и длину  $c = 40$  см (см. рис. 3.15, б). Для реконструкции и ремонта существующих дождеприемных колодцев, которые нередко оборудованы круглыми в плане решетками, указанным выше ГОСТом предусматривается изготовление круглых решеток (см. рис. 3.16, б).

С целью приема дождевой воды в садах, парках, а также во дворах при отсутствии регулярного движения транспорта разрешается применять чугунные облегченные решетки или железобетонные решетки.

Пропускная способность решеток в зависимости от того, затапливается ли она при расчетном расходе или нет, определяется по формулам водослива с широким порогом или по формуле истечения через отверстия. При расчете решеток типа ДБ на улицах с затяжным уклоном следует учитывать, что часть воды будет «проскакивать» мимо решетки, не попадая в нее.

Пропускную способность решеток, установленных в пониженных местах лотков с пилообразным продольным профилем, рекомендуется принимать по табл. 3.15, составленной в результате исследований, выполненных в МАДИ.

Таблица 3.15

Пропускная способность решеток дождеприемников,  
установленных в пониженных местах, л/с

Типы решеток	Глубина воды в лотке перед решеткой, см									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Малая прямоугольная типа ДМ	6,5	18,6	34,2	52,6	76,3	80,4	86,8	92,9	98,4	103,7
Большая прямоугольная типа ДБ	9	25	46	70	98	129	140	149	159	167

Пропускная способность решеток, л/с, установленных в лотке с продольным уклоном  $i_0$ , определяется расходом воды в лотке перед решеткой и поперечным уклоном уличного лотка  $i_{\text{п}}$ . Эта величина на основе исследований МАДИ принимается для решеток типов ДМ и ДБ по табл. 3.16.

Таблица 3.16

Пропускная способность решеток типов ДМ и ДБ, установленных в лотках с продольным уклоном  $i_0$

Расход воды в лотке перед решеткой, л/с	Поперечные уклоны лотков											
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02	0,03	0,04
	Тип ДМ при $i_0 = 0,0025$ $i_0 = 0,005$				Тип ДБ при $i_0 = 0,005$ $i_0 = 0,02$				Тип ДБ при $i_0 = 0,03$ $i_0 = 0,04$			
20	$\frac{12}{14}$	$\frac{13,5}{15}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16}{17}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16,5}{17}$	$\frac{18}{19}$	$\frac{19}{20}$	$\frac{16}{17}$	$\frac{17}{18}$	$\frac{19,3}{19,5}$	$\frac{20}{20}$
40	$\frac{18,5}{17}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{23}{24}$	$\frac{25,7}{27}$	$\frac{22}{25}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{30}{32}$	$\frac{33}{34}$	$\frac{25}{26}$	$\frac{29}{30}$	$\frac{33}{34}$	$\frac{35}{38}$
60	$\frac{27}{20}$	$\frac{30}{26}$	$\frac{32}{30}$	$\frac{33,5}{34}$	$\frac{28}{30}$	$\frac{36}{38}$	$\frac{41}{42}$	$\frac{44}{45}$	$\frac{33}{34}$	$\frac{40}{41}$	$\frac{46}{48}$	$\frac{48}{52}$
80	$\frac{32}{27}$	$\frac{35}{33}$	$\frac{37}{37}$	$\frac{39}{41,5}$	$\frac{34}{38}$	$\frac{39}{46}$	$\frac{48}{50}$	$\frac{52}{54}$	$\frac{40}{42}$	$\frac{49}{50}$	$\frac{57}{59}$	$\frac{58}{63}$
100	$\frac{35}{31}$	$\frac{38}{37}$	$\frac{41}{41}$	$\frac{44}{45}$	$\frac{40}{42}$	$\frac{46}{48}$	$\frac{52}{56}$	$\frac{59}{64}$	$\frac{45}{50}$	$\frac{54}{59}$	$\frac{64}{71}$	$\frac{68}{78}$

Пропускная способность  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/с, вертикального отверстия в бордюрном камне определяется по формулам МАДИ: при  $H_0 < 1,4h$  (здесь  $H_0$  – напор с учетом скоростного напора), когда отверстие работает как боковой водослив с широким порогом,

$$Q_p = 1,48l_{\text{отв}}H^{1,5}; \quad (3.16)$$

при  $H_0 \geq 1,4h$ , когда верхняя кромка отверстия затапливается,

$$Q_p = 2,8\omega_{\text{отв}}H^{0,5}; \quad (3.17)$$

В формулах (3.16), (3.17)

$$H_0 = H + \frac{v^2}{2g},$$

где  $H$  – глубина воды перед отверстием, м;

$v$  – скорость течения воды на подходе к отверстию, м/с;

$h$  – высота отверстия, м;

$l_{\text{отв}}$  – длина отверстия, м;

$\omega_{\text{отв}}$  – площадь отверстия, м<sup>2</sup>.

Пропускная способность боковых отверстий невелика. Устраивать их на затяжных спусках вообще не рекомендуется, поскольку большая часть воды «проскакивает» мимо водопропускного отверстия.

При плоском рельефе местности и отведении дождевых вод с неблагоустроенных территорий в ряде случаев применяются дождеприемники с осадочной частью глубиной 0,6–0,7 м. При такой их конструкции дождевая сеть в меньшей степени засоряется землей и песком, но осадочные части дождеприемников следует регулярно очищать.

Схемы дождеприемных колодцев изображены в прил. 1.

Выбор основных элементов дождеприемных колодцев производится по прил. 2.

### 3.5. Насосные станции для подъема сточных вод

Как известно, водоотводящие сети предусматривают безнапорный режим движения сточных вод. Поэтому глубина прокладки трубопроводов в большей степени зависит от рельефа местности и может достигать значительных глубин. При необходимости перекачивать жидкость на сравнительно небольшую высоту (5–7 м) при-

меняют шнековые насосы (см. рис. 3.17). Основным рабочим органом этих насосов является длинный шнек в виде вала с навитой на него спиралью из полосового металла.

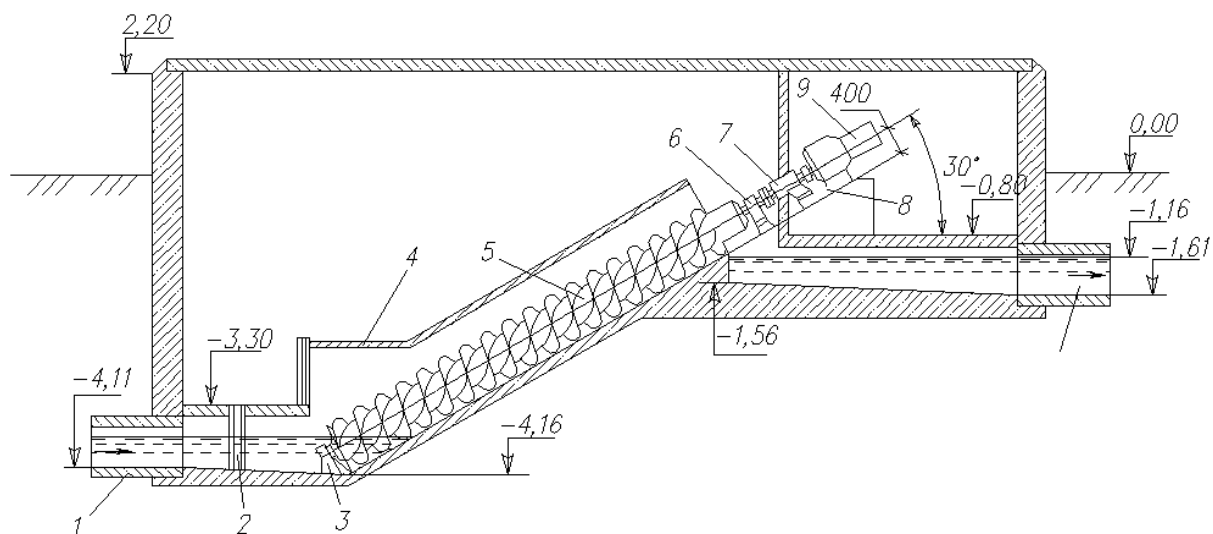


Рис. 3.17. Шнековая насосная установка:

- 1 – входной коллектор; 2 – шандоры; 3 – нижняя опора шнека;  
 4 – ограждение (кожух); 5 – шнек; 6 – верхняя опора; 7 – подшипник;  
 8 – рама редуктора; 9 – электродвигатель

Эти насосы представляют собой вращающийся многозаходный винт, установленный наклонно (под углом от  $30^\circ$  до  $55^\circ$  в открытом лотке). Шнековый насос работает по принципу архимедовой спирали и состоит из следующих основных элементов: шнека, кожуха, нижней и верхней опор, понижающей передачи (редуктора) и двигателя.

Шнек является рабочим органом, перемещающим жидкость, и представляет собой ротор с приваренными к нему лопастями, изготовленными, как правило, в виде геликоидальных поверхностей. Ротор состоит из ступицы и опорных цапф. Ступицу изготавливают из толстостенной трубы, а опорные цапфы, предназначенные для установки шнека в подшипниках, выполняют съемными на болтовых соединениях. Количество лопастей, определяющих заходность шнека, изменяется от 1 до 5; чем больше число заходов шнека, тем больше его жесткость и равномернее подача насоса. Однако с увеличением числа заходов уменьшается расстояние между смежными лопастями, а следовательно, и проходное сечение, что увеличивает вероятность заклинивания крупных механических взвешенных частиц. Оптимальным и наиболее распространенным является трехзаходный шнек. Защищают шнек от коррозии цинкованием с после-



дующим нанесением многослойного покрытия из эпоксидных смол или с помощью алюминиевой пленки, которую наносят газопламенным способом.

Кожух выполняет функцию корпуса насоса и обеспечивает перемещение жидкости в осевом направлении. Кожух шнека устраивается в виде открытого лотка с цилиндрическим днищем и съёмным отражателем вместо одной вертикальной стенки. Отражатель устанавливается со стороны подъема уровня жидкости под действием сил вращения и предотвращает обратное ее перетекание вниз по кожуху и переливание через край лотка. Кожух выполняется сборным из металла или железобетона. Внутренние размеры кожуха должны строго соответствовать наружному диаметру шнека с целью обеспечения минимальных зазоров и, следовательно, минимальных объемных потерь.

Нижняя опора воспринимает радиальную составляющую, а верхняя – радиальную и осевую составляющие шнека и транспортируемой жидкости. Нижняя опора находится в перекачиваемой жидкости, поэтому во избежание прилипания к ней отбросов, содержащихся в сточной воде, а также попадания жидкости в подпятник ей придают обтекаемую форму и сальниковое уплотнение. Смазка нижнего подшипника принудительная с применением масляного насоса; смазка нижнего подшипника консистентная.

Поскольку шнековые насосы работают с небольшой частотой вращения ( $25\text{--}115\text{ мин}^{-1}$ ), им нужна понижающая передача, в качестве которой используют редукторы. Целесообразно при этом применять мотор-редукторы.

Основные достоинства шнековых насосов следующие:

- большое проходное сечение, что обеспечивает перекачивание жидкости с крупными включениями (100 мм и более);
- возможность исключения решеток для задержания механических примесей, что исключает необходимость устройства приемного резервуара, помещения решеток, дробилок и транспортеров;
- меньшая энергоемкость, более высокий КПД и меньший абразивный износ рабочих органов по сравнению с насосными установками СД соответствующих подачи и напора.

Институтом «Гипрокоммуводоканал» разработаны типоразмеры шнековых насосов, основные технические параметры которых приведены в табл. 3.17.

Таблица 3.17

## Параметры шнековых насосов

Параметры	Установка объектов						
	отдельно стоящих				общего назначения		
Диаметр шнека, мм	400	500	550	550	550	550	800
Подача насоса, м <sup>3</sup> /сут	100	200	400	700	1200	3840	9980
Высота подъема $H$ , м	4	4	4	4	2,45	4	2,45
Частота вращения шнека, мин <sup>-1</sup>	92	74,5	74,5	74,5	75	76,7	60
Мощность электродвигателя, кВт	0,4	1,5	3	3	5,5	5,5	7,5
Угол установки шнека $\alpha$ , град	55	55	50	45	30	35	30
Рабочая длина шнека $L$ , м	5,1	5,16	5,58	6,08	5,7	7,2	5,7
Шаг лопастей, мм	320	440	440	440	555	555	800
Диаметр ступицы шнека, мм	219	299	299	299	299	299	396
Число заходов лопастей шнека	3	3	3	3	3	3	3
Расчетный зазор между шнеком и корпусом $\delta$ , мм	1	1,5	1,5	1,5	2,8	2,8	4,3
Тип мотор-редуктора	МП02-7В		МП02-10В		МП02-15Щ		
Масса насоса, кг	1030	1323	1364	1375	2371	2371	1361

В табл. 3.18 приведены основные показатели шнековых насосов серии УВА, изготавливаемых в Чехии.

Таблица 3.18

## Номинальные параметры шнековых насосов серии УВА

Параметры	Установки									
	малогабаритные					крупногабаритные				
Диаметр шнека, мм	280	410	500	600	720	880	1050	1280	1550	1850
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Номинальная подача, м <sup>3</sup> /сут	864	2160	3460	5443	8640	13824	21600	34600	54430	86400
Высота подъема $H$ , м	2,25	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,75	5
Глубина слоя жидкости, мм:										
– на входе в насос $H'$	178	272	334	400	475	565	685	827	1030	1200
– на выходе из насоса $H_{\gg}$	93	134	163	198	238	285	346	424	515	610

Окончание табл. 3.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Частота вращения шнека, мин <sup>-1</sup>	114	90	80	72	65	58	52	47	43	39
Мощность, кВт:										
– полезная	0,22	0,4	1,18	2	3,43	5,88	9,81	17,8	29,3	49
– максимально потребляемая	0,67	1,2	1,9	3,2	4,4	9,1	15,1	24,6	43,4	70,5
Угол установки шнека $\alpha$ , град	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
КПД (ориентировочный)	0,63	0,63	0,7	0,72	0,73	0,75	0,75	0,78	0,78	0,8
Рабочая длина шнека $L$ , мм	4670	5776	6342	6904	7474	8060	8678	9306	10530	11180
Расчетный зазор между шнеком и корпусом $\delta$ , мм	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	7,0	8,0	10,0	12,0

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются шнековые насосы марки УОДН – установка оседиагонального насоса.

УОДН 120–100–65Н

Первая цифра – диаметр рабочего колеса, мм.

Вторая цифра – диаметр входного патрубка, мм.

Третья цифра – диаметр выходного патрубка, мм.

Сводная таблица технических характеристик представлена в табл. 3.19, напорно-расходные характеристики показаны на рис. 3.18.

Шнековые насосы находят широкое применение при подъеме сточных вод и их осадков на небольшую высоту. При необходимости применяют двухступенчатую установку насосов.

Таблица 3.19

## Шнековые насосные установки УОДН

Модель	Подача, м. куб/ч	Напор, м	Концентрация частиц, %	Максимальный размер частиц, мм	Эл. двиг. кВт/об.мин	Вес, кг	Габариты, см	Цена с НДС, руб.
УОДН 120-100-65Н констр. сталь	45	10	10	5	3/3000	72	720×215×410	69540
УОДН 120-100-65К нерж. сталь	45	10	10	5	3/3000	73	720×215×410	85200
УОДН 170-150-125Н	144	24	10	5	18,5/3000	230	1180×450×560	137800
УОДН 200-150-125М манжетн. уплотн.	144	40	10	5	30/3000	350	1100×480×650	170000
УОДН 200-150-125Т торцов.	144	40	10	5	30/3000	350	1100×480×650	180000
УОДН 200-150-125 УТ36	144	40	10	5	30/3000	350	1100×480×650	193000
УОД290-150-125М манжет.	144	25	15	30	18,5/1450	320	1100×590×650	170400
УОДН 290-150-125Т торцов.	144	25	15	30	18,5/1450	320	1100×590×650	177600
УОДН 290-150-125 УТ36	144	25	15	30	18,5/1450	320	1100×590×650	190800
УОДН 440-400-350	750	40	10	5	200/1450	1560	2150×1300×1100	1086420

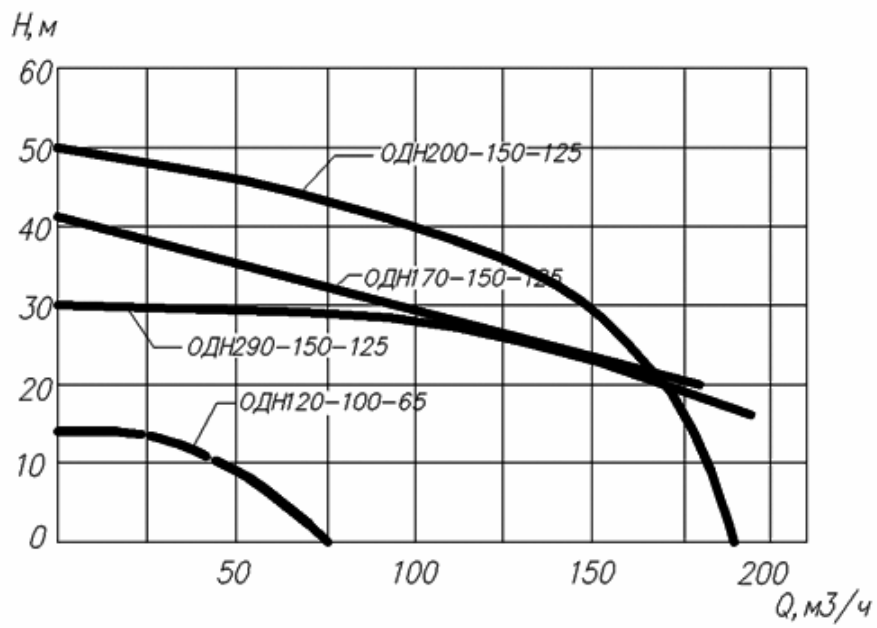
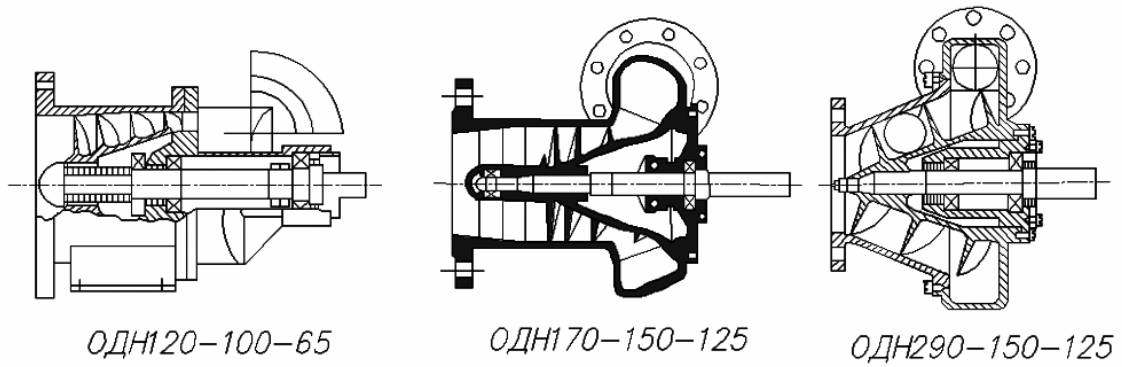


Рис. 3.18. Напорно-расходные характеристики насосов ОДН

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На каком минимально допустимом расстоянии от фундаментов зданий и сооружений допускается прокладывать водопровод и напорную канализацию?
2. На каком минимально допустимом расстоянии допускается прокладывать безнапорную канализацию?
3. При параллельной прокладке водопровода и канализации какие допустимо соблюдать расстояния между ними?
4. При параллельной прокладке водопроводов различного назначения каковы допустимые расстояния между ними?
5. Каковы минимально допустимые расстояния при параллельной прокладке трубопроводов канализации?
6. Допускается ли прокладывать водопроводные трубы ниже канализационных?
7. На каком минимально допустимом расстоянии допускается размещать водопроводные трубы выше канализационных?
8. Какие требования предъявляются к трубам, применяемым для отвода сточных вод?
9. Как соединяются между собой керамические трубы?
10. Как соединяются между собой асбестоцементные безнапорные трубы?
11. Какие трубы имеют фальцовые соединения?
12. Какие марки труб используются для отвода дождевых вод?
13. В каком случае для отвода сточных вод используются стальные трубы?
14. В каком случае для отвода сточных вод используются чугунные трубы?
15. В каких местах канализационной сети необходимо устройство смотровых колодцев?
16. Назначение линейных колодцев.
17. Из каких материалов выполняются канализационные колодцы?
18. Каков минимальный диаметр канализационного колодца?
19. Из какого материала изготавливают лоток в канализационном колодце?
20. Каков минимальный размер бермы лотка?
21. Рекомендуемая высота рабочей камеры канализационного колодца?

22. От каких параметров зависит высота горловины канализационного колодца?
23. Для каких целей в горловине используется опорное кольцо?
24. На какое расстояние необходимо поднимать люк вне проезжей части?
25. В чем отличие легких люков от тяжелых?
26. В каких местах канализационной сети устраиваются перепадные колодцы?
27. Если разница в глубинах сопрягаемых трубопроводов не превышает 0,5 м, обязательно ли устройство перепадного колодца?
28. В каком случае перепадной колодец проектируется в виде водослива практического профиля?
29. Для каких целей проектируются дюкеры?
30. Можно ли проектировать дюкер в одну линию?
31. Каков минимальный диаметр дюкера?
32. Какова максимальная величина угла наклона восходящей части дюкера?
33. Какая камера дюкера проектируется из двух отделений?
34. В каком случае проектируется дюкер, работающий в напорном режиме?
35. В чем отличие дождеприемников от смотровых канализационных колодцев?
36. От каких параметров зависит глубина дождеприемников?
37. По какому принципу работают шнековые насосы?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрены только основные, наиболее часто используемые сооружения на хозяйственно-бытовой и дождевой водоотводящих сетях.

Учебное пособие предназначено для дисциплины «Оптимизация параметров водоотводящей сети». Приведенная в учебном пособии информация по канализационным трубам и номенклатуре конструкций, используемых при устройстве колодцев различного типа, дюкеров и дождеприемников, позволит студентам квалифицированно решать вопросы по проектированию сооружений на водоотводящей сети.

Учебное пособие оснащено необходимыми примерами по расчету элементов колодцев, камер дюкеров, а также в нем приведена информация по шнековым насосным станциям.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.03–85. Канализация. Наружные сети и сооружения [Текст].
2. СНиП П 89–80. Генеральные планы промышленных предприятий [Текст].
3. ГОСТ 8020–90. Конструкции бетонные и железобетонные для колодцев канализационных, водопроводных и газопроводных сетей [Текст].
4. Калицун, В.И. Водоотводящие системы и сооружения [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. – 336 с.
5. Федоров, Н.Ф. Канализационные сети. Примеры расчета: [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.Ф. Федоров, А.М. Курганов, Н.И. Алексеев. – М.: Стройиздат, 1985. – 223 с.
6. Курганов, А.М. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения [Текст]: справочник / А.М. Курганов, Н.Ф. Федоров. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440 с.
7. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения [Текст]: справочник / под ред. Б.Н. Репина. – М.: Изд-во АСВ, 2013. – 431 с.
8. Таблица для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского [Текст] / Л.А. Лукиных, Н.А. Лукиных – М.: ООО «БАСТЕТ», 2011.
9. Шевелев, Ф.А. Таблица для гидравлического расчета водопроводных труб [Текст] / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008.
10. Калицун, В.И. Гидравлический расчет водоотводящих сетей [Текст]: справочное пособие / В.И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1988. – 72 с.
11. Алексеев, М.И. Городские инженерные сети и коллекторы [Текст]: учеб. для вузов / М.И. Алексеев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
12. Дикаревский, В.С. Отведение и очистка поверхностных сточных вод [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.И. Алексеев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 224 с.

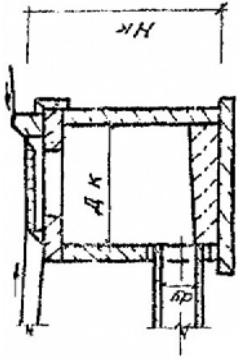
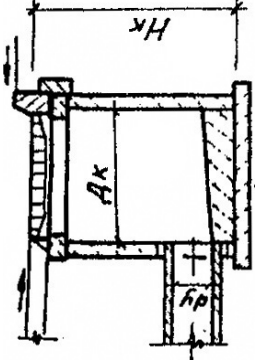
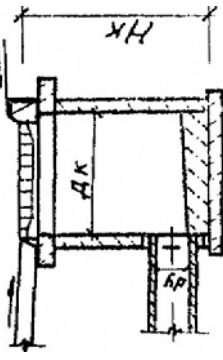
# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

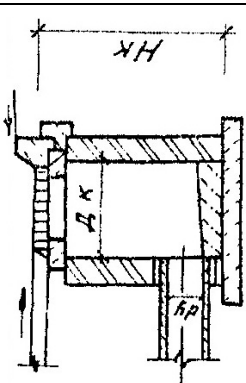
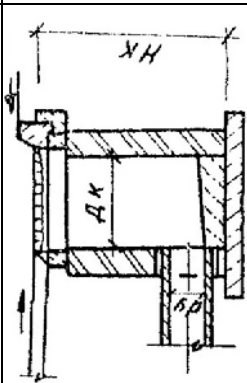
### Схемы дождеприемных колодцев

Марка колодца	Тип дождеприемников и рекомендации по их применению	Размеры		Сборные элементы и материалы						Схема колодца	Номер схемы	
		ДК, мм	Нк, мм	Днище	Рабочая часть	Перекрытие	Марка	Документация				
1 Для сухих и мок-рых грунтов	Тип дождеприемников и рекомендации по их применению	4	5	9	6	7	8	9	10	11	12	13
2 Для грунтов II типа по просадочности		700	1140-2940	КПД-7	КЖИ.1	Стеновые кольца	ГОСТ 8020-80, КЖИ. 20 и КЖИ. 21	КЖИ. 5	КЖИ. 8			
ДК-1 ÷ ДК-7	ДБ применяется в лотках проезжей части улиц с продольным уклоном $i_0 \geq 0,005$ и в пониженных местах с затяжным спуском	700	1140-2940	КПД-7	КЖИ.1	Стеновые кольца	ГОСТ 8020-80, КЖИ. 20 и КЖИ. 21	КЖИ. 8	КЖИ. 8			II
ДК-15 ÷ ДК-21		ДК-22 ÷ ДК-28	ДК-8 ÷ ДК-14	ДК-8 ÷ ДК-14	ДК-22 ÷ ДК-28	ДК-22 ÷ ДК-28	ДК-22 ÷ ДК-28	ДК-22 ÷ ДК-28	ДК-22 ÷ ДК-28			

Продолжение прил. 1

1	ДК-29 ÷ ДК-35	2	ДК-36 ÷ ДК-42	3	1000	1140-2940	КПД-10а	КЖИ.2	Стеновые кольца	9	ГОСТ 8020-80. КЖИ. 24 и КЖИ. 25	КПШ-10	КЖИ. 11	12		13	III
	ДК-43 ÷ ДК-49	ДК-50 ÷ ДК-56	ДБ применяется в пониженных местах лотков проезжей части улиц с пилообразным продольным профилем, на участках с уклоном $i_0 > 0,005$ и в парках (при необходимости ручной очистки колодцев)	1000	1140-2940	КПД-10а	КЖИ.2	Стеновые кольца	ГОСТ 8020-80. КЖИ. 24 и КЖИ. 25	КПШ-10	КЖИ. 14		13	IV			
	ДК-57 ÷ ДК-63	ДК-64 ÷ ДК-70	ДБ+БО – применяются в пониженных местах на скоростных магистральных улицах и дорогах общегородского значения с непрерывным движением	1000	1140-2940	КПД-10а	КЖИ.2	Стеновые кольца	ГОСТ 8020-80. КЖИ. 24 и КЖИ. 25	КПШ-10	КЖИ. 17		13	V			

Окончание прил. 1

1	ДК-79 ÷ ДК-82	ДК-71 ÷ ДК-74	2	ДК-75 ÷ ДК-78	3	ДМ – применяется в пониженных местах лог-ков проезжей части улиц с пилообразным продольным профилем, на участках с уклоном $i_0 > 0,005$ и в парках	4	700	5	1170-2070	6	Мон. дет. В15 Мон. ж.б. В15	7	Л. АС-15	8	Кирпичная кладка	9	Л. АС-13	10	КЩ1-7	11	КЖИ. 5	12		13	VI
	ДК-83 ÷ ДК-86	ДК-79 ÷ ДК-82	2	ДК-83 ÷ ДК-86	3	ДБ – применяется в лог-ках проезжей части улиц с продольным уклоном $i_0 \geq 0,005$ и в пониженных местах с затяжным спуском	4	700	5	1170-2070	6	Мон. дет. В15 Мон. ж.б. В15	7	Л. АС-15	8	Кирпичная кладка	9	Л. АС-15	10	КЩ2-7	11	КЖИ. 8	12		13	VII

Приложение 2

Выбор необходимых элементов дождеприемных колодцев

Марка колодца	Диаметр колодца, мм	Высота колодца Н, мм	Сборные ж.б. элементы					Сборн. ж. бетон В15, м³	Дождеприемник ДМ	Подготовка, м³	Монолитный бетон В15, м³	Дополнительные работы		Примечание
			КПД-7	КП-7-3	КП-7-9	КП-7-96	КПП1-7					Водоупорный замок, м³	Гидроизоляция, м²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ДК-1		1140	1	-	-	1	1	0,26	1	В сухих грунтах: песчаный грунт – 0,07 м³				
ДК-2		1440	1	1	-	1	1	0,31	1				-	
ДК-3		1740	1	2	-	1	1	0,36	1					
ДК-4	700	2040	1	-	1	1	1	0,41	1	В мокрых грунтах: монолит. бетон В3.5 – 0,07 м³	0,03	-		
ДК-5		2340	1	1	1	1	1	0,46	1				4,69	
ДК-6		2640	1	2	1	1	1	0,51	1				5,35	
ДК-7		2940	1	-	2	1	1	0,56	1				6,01	
ДК-8		1140	1	-	-	1	1	0,26	1	Монолит. бетон В-3.5 – 0,07 м³ на уплотненном грунтовом основании	0,03	0,58	2,15	
ДК-9		1440	1	1	-	1	1	0,31	1				2,81	
ДК-10		1740	1	2	-	1	1	0,36	1				3,47	
ДК-11	700	2040	1	-	1	1	1	0,41	1				4,13	
ДК-12		2340	1	1	1	1	1	0,45	1				4,79	
ДК-13		2640	1	2	1	1	1	0,51	1				5,45	
ДК-14		2940	1	-	2	1	1	0,56	1				6,11	

Окончание прил. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ДК-15	700	1140	1	-	-	1	1	0,26	1	В сухих грунтах: песчаный грунт - 0,07 м³ В мокрых грунтах: монолит. бетон В3.5 - 0,07 м³	0,03	-	-	
ДК-16		1440	1	1	-	1	1	0,31	1					
ДК-17		1740	1	2	-	1	1	0,36	1					
ДК-18		2040	1	-	1	1	1	0,41	1					
ДК-19		2340	1	1	1	1	1	0,45	1					
ДК-20		2640	1	2	1	1	1	0,51	1					
ДК-21		2940	1	-	-	2	1	0,56	1					
ДК-22		1140	1	-	-	-	1	0,26	1					
ДК-23	700	1440	1	1	-	1	1	0,31	1	Монолит. бетон В-3.5 - 0,07 м³ на уплотненном грунтовом основании	0,03	0,58	2,15	
ДК-24		1740	1	2	-	1	1	0,36	1					
ДК-25		2040	1	-	1	1	1	0,41	1					
ДК-26		2340	1	1	1	1	1	0,45	1					
ДК-27		2640	1	2	1	1	1	0,51	1					
ДК-28		2940	1	-	-	2	1	0,56	1					

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. РАЗМЕЩЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	6
2. ТРУБЫ И СПОСОБЫ ИХ СОЕДИНЕНИЯ .....	14
3. СООРУЖЕНИЯ НА ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЯХ .....	21
3.1. Смотровые колодцы .....	21
3.2. Перепадные колодцы .....	32
3.3. Дюкеры.....	42
3.4. Дождеприемники .....	62
3.5. Насосные станции для подъема сточных вод .....	71
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ .....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	81
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	82

Учебное издание

Ишева Наталья Игоревна  
Грунющкина Людмила Андреевна  
Бикунова Марина Викторовна  
Ишев Станислав Валерьевич  
Скопинцев Дмитрий Геннадьевич

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ  
НА ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЯХ**  
Учебное пособие

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

Редактор                    Н.Ю. Шалимова  
Верстка                    Т.А. Лильп, Н.А. Сазонова

---

Подписано в печать 12.12.13. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 5,12. Уч.-изд.л. 5,5. Тираж 80 экз.  
Заказ № 300.



---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.