

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

КОЛОДЦЫ НА ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ

Методические указания
для самостоятельной работы
по программе переподготовки кадров
«Инженерное обеспечение зданий и сооружений»

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

Пенза 2014

УДК 628.253(075.8)

ББК 38.761.2я73

К61

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

Рецензент – кандидат технических наук, доцент, кафедры
«Водоснабжение, водоотведение и гидротех-
ника» Т.В. Малютина (ПГУАС)

Колодцы на водоотводящей сети: метод. указания /
К61 Н.И. Ишева, Б.М. Гришин, М.В. Бикунова; под общ. ред. д-ра
техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 28 с.

Изложены вопросы проектирования канализационных колодцев на водоотводящей сети. Даны методика и примеры расчетов канализационных колодцев на водоотводящей сети.

Направлены на умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; использовать знания научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.

Методические указания подготовлены на кафедре «Водоснабжение, водоотведение и гидротехника» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гражданпроект» и предназначены для слушателей программы переподготовки «Инженерное обеспечение зданий и сооружений».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014

© Ишева Н.И., Гришин Б.М.,
Бикунова М.В., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины "Бытовая водоотводящая сеть" и предназначены для самостоятельной работы, а также систематизации теоретических знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса.

В состав методических указаний включены разделы по основам проектирования систем холодного водоснабжения и канализации, в них содержатся сведения о составе, объеме проекта, его оформлении и др.

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.

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. 1).

Т а б л и ц а 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 сле-

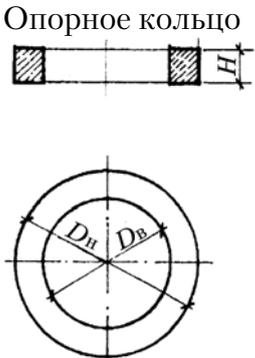
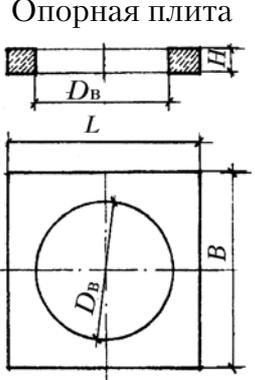
дующих основных элементов: плиты днища, лотковой части, рабочей части, плиты перекрытия и горловины с люком. Размер колодца в плане определяется по рабочей части и не должен быть менее 1000 мм.

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).

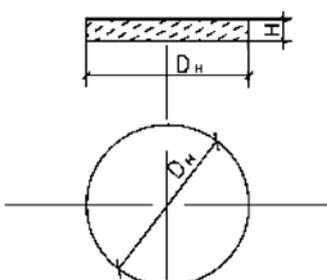
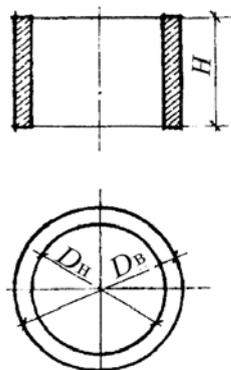
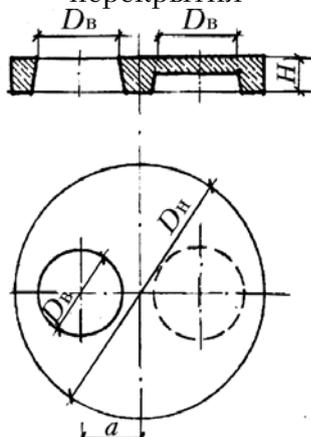
Номенклатура конструкций по [3], используемых для данных канализационных колодцев, представлена в табл. 2.

Таблица 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_n	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. 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. 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).

Т а б л и ц а 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. 1, 2) определяется по следующей зависимости:

$$h = h_{л} + C + 30, \quad (1)$$

где $h_{л}$ – глубина лотка, мм;

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. 1, 2).

Криволинейные очертания необходимо выполнять по дугам окружностей с радиусом не менее одного диаметра трубы (табл. 4).

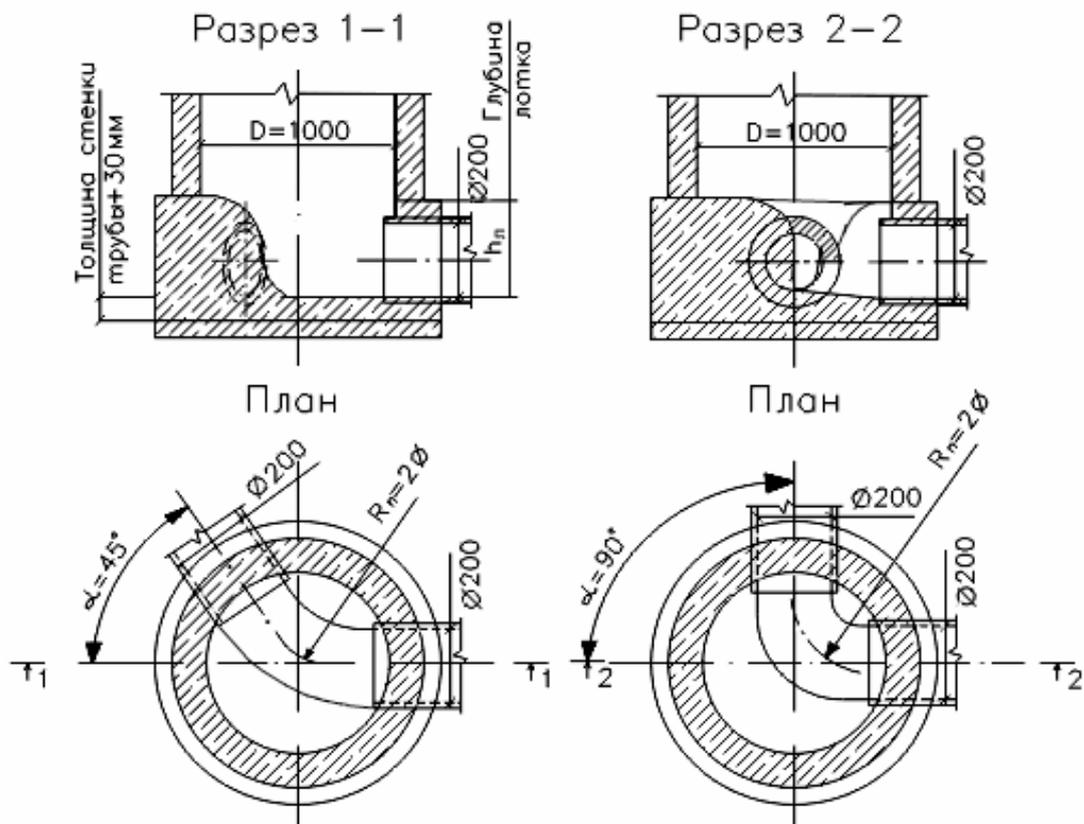


Рис. 2. Лотки поворотных колодцев

Таблица 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. 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. 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. 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. 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. 1, 3.

Горловина колодца для временной нагрузки 4,9кПа



Горловина колодца для временной нагрузки Н-30

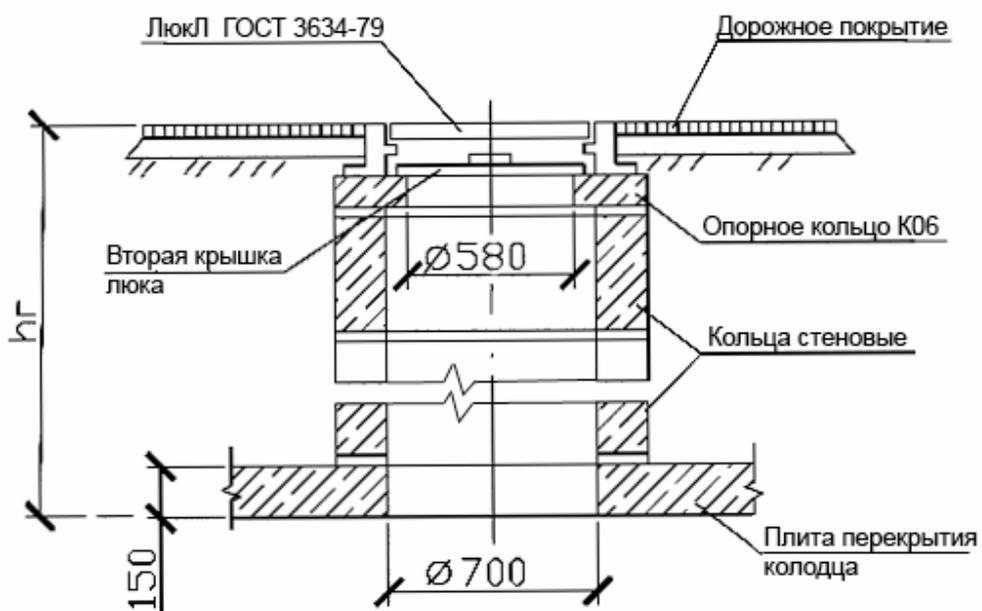


Рис. 3. Горловины колодцев

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. 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. 2 в зависимости от диаметра колодца: марка конструкции ПН15; наружный диаметр плиты – 2000 мм.

4. Принимаем глубину лотка колодца по табл. 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:

$$h_r = H_1 - (H_p + h_{\text{л}} + h_{\text{р.с}}), \quad (2)$$

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

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

7. Производим набор элементов горловины. Горловина состоит из плиты перекрытия, размер которой определяем по табл. 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

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

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

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

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

H ₁ =3525 мм	h _r =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 _p =2100	Растворный слой
		Кольцо стеновое КС 20.6	590
		Растворный слой	10
		Кольцо стеновое КС20,6	590
h _л =410	Растворный слой	10	
	Лоток	400	
Плита днища		Итого: 3525 мм	

Данный колодец представлен на рис. 1.

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 $D_y=150...600$ мм.

Колодцы выполняют из кирпича, бетона и железобетона. Наиболее частое применение получили колодцы из сборного железобетона круглого сечения диаметром $D_k=1500...2000$ 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. 4, 5.

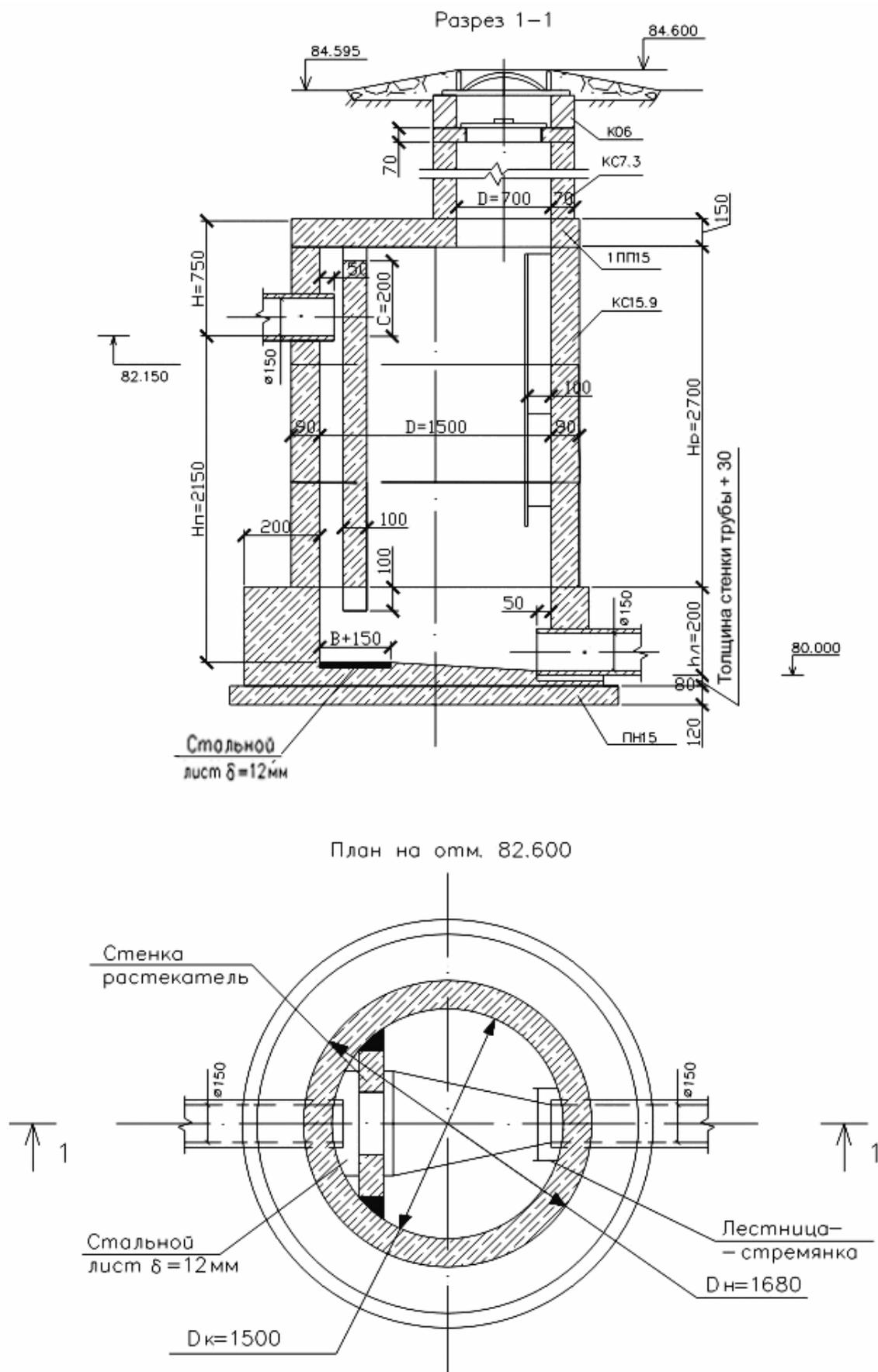


Рис. 4. Перепадный колодец

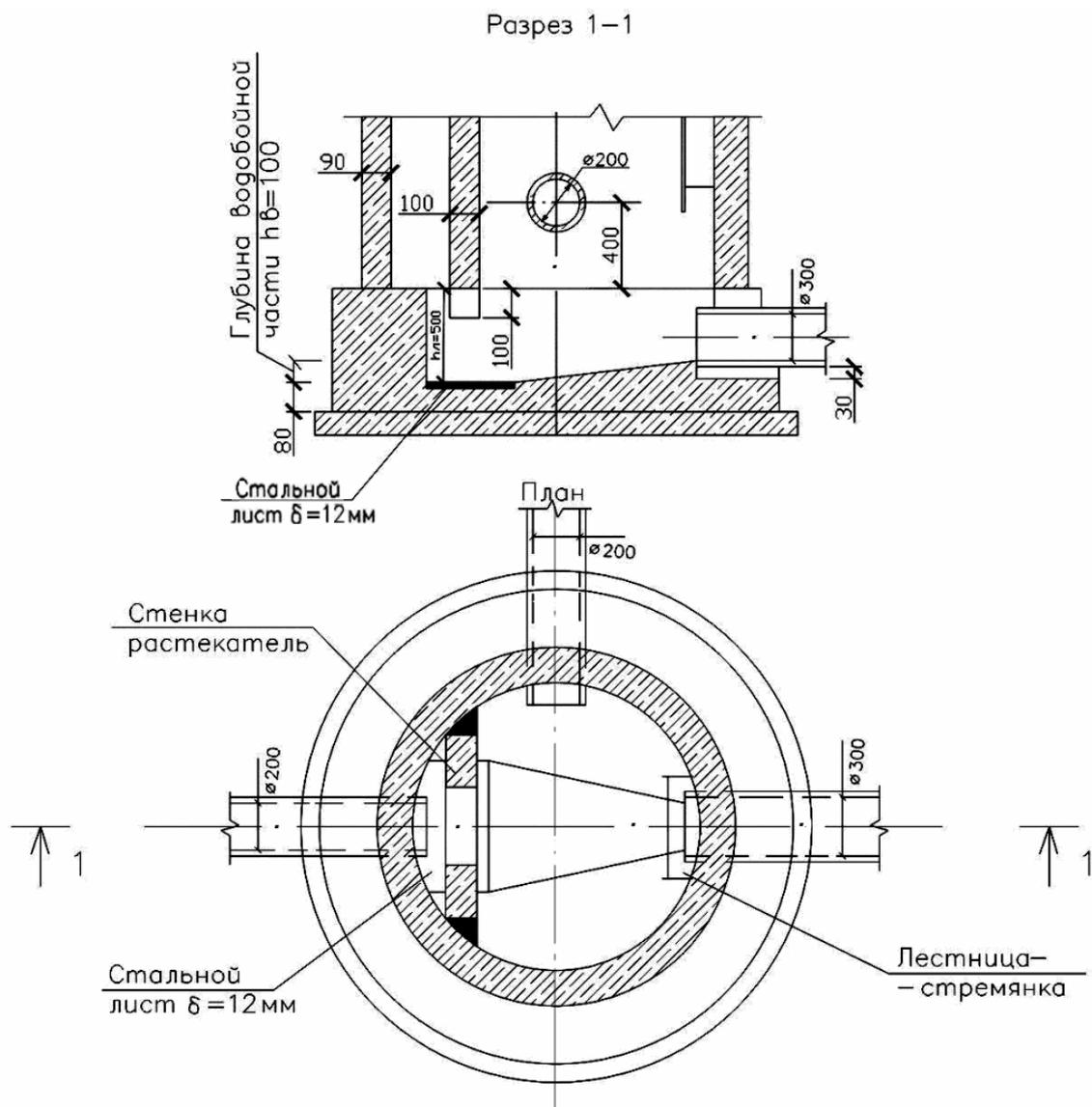


Рис. 5. Перепадный колодец с одним присоединением

Выборку основных элементов колодца производят последовательно.

1. Принимают размер колодца в плане (табл.5).

Таблица 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. 2: для колодцев диаметрами $D_k = 1500$ мм – ПН15; $D_k = 2000$ мм – ПН20.

3. Принимают глубину лотка h_l (табл. 6). В перепадных колодцах лоток считается от водобойной части (см. рис. 5).

Т а б л и ц а 6

Рекомендуемые глубины лотков колодцев

Диаметр отводящего трубопровода D_y , мм	Глубина лотка h_l , 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.7).

Т а б л и ц а 7

Глубина водобойной части

Диаметр отводящего трубопровода D_y , мм	Глубина водобойной части h_b , 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. 2). Высота рабочей части колодца H_D может иметь следующие размеры: 1200, 1500, 1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600, 3900, 4200, 4500 мм.

Определив высоту перепада H_n (разницу в отметках сопрягаемых трубопроводов), принимают высоту рабочей части колодца (табл. 8).

Таблица 8

Рекомендуемая высота рабочей части колодца

Высота перепада $H_{\text{п}}$, 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. 2, применяя приведенные ранее рекомендации для смотровых колодцев.

Пример 2. Рассчитать перепадной колодец шахтного типа из сборных железобетонных элементов (см. рис. 4).

Исходные данные: диаметры подводящего и отводящего трубопроводов $D_y = 150$ мм; отметка лотка трубы подводящего трубопровода $Z_{\text{л1}} = 82,150$ м; отметка лотка трубы отводящего трубопровода $Z_{\text{л2}} = 80,00$ м.

Колодец располагается вне проезжей части, отметка поверхности земли в месте расположения колодца $Z_{\text{п.з}} = 84,535$ 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. 2, размеры плиты следующие:

наружный диаметр – 2000 мм;

высота – 120 мм.

4. Принимаем глубину лотка по табл. 6. Для диаметра отводящего трубопровода $D_y = 150$ мм; глубина лотка $h_{л} = 200$ мм.

5. Определяем глубину водобойной части по табл. 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. 2, размеры плиты следующие: наружный диаметр – 1680 мм; высота – 150 мм.

Определяем высоту горловины h_r мм, по формуле

$$h_r = H_1 - (H_p + h_{л} + h_{п.с});$$
$$h_r = 4585 - (3 \cdot 890 + 200 + 4 \cdot 10) = 1675 \text{ мм.}$$

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 (поверочный 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		
	$H_p = 4600$	$h_p = 4600$	Растворный слой	10
			Кольцо стеновое КС15.9	890
			Растворный слой	10
			Кольцо стеновое КС15.9	890
			Растворный слой	10
	$h_l = 1690$	$h_l = 1690$	Кольцо стеновое КС15.9	890
			Растворный слой	10
			лоток	200
			Плита днища	Итого 4600 мм

Данный колодец представлен на рис. 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. 6).

Исходные данные: расчетный расход $Q = 233$ л/с; диаметры подводящего и отводящего трубопроводов $D_v = 600$ 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 проектирование

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;

$$h = 0,7 \cdot 0,6 = 0,42 \text{ м;}$$
$$T_o = 0,42 + \frac{1,06^2}{2 \cdot 9,81} + 2,7 + 0,4 = 3,577 \text{ м.}$$

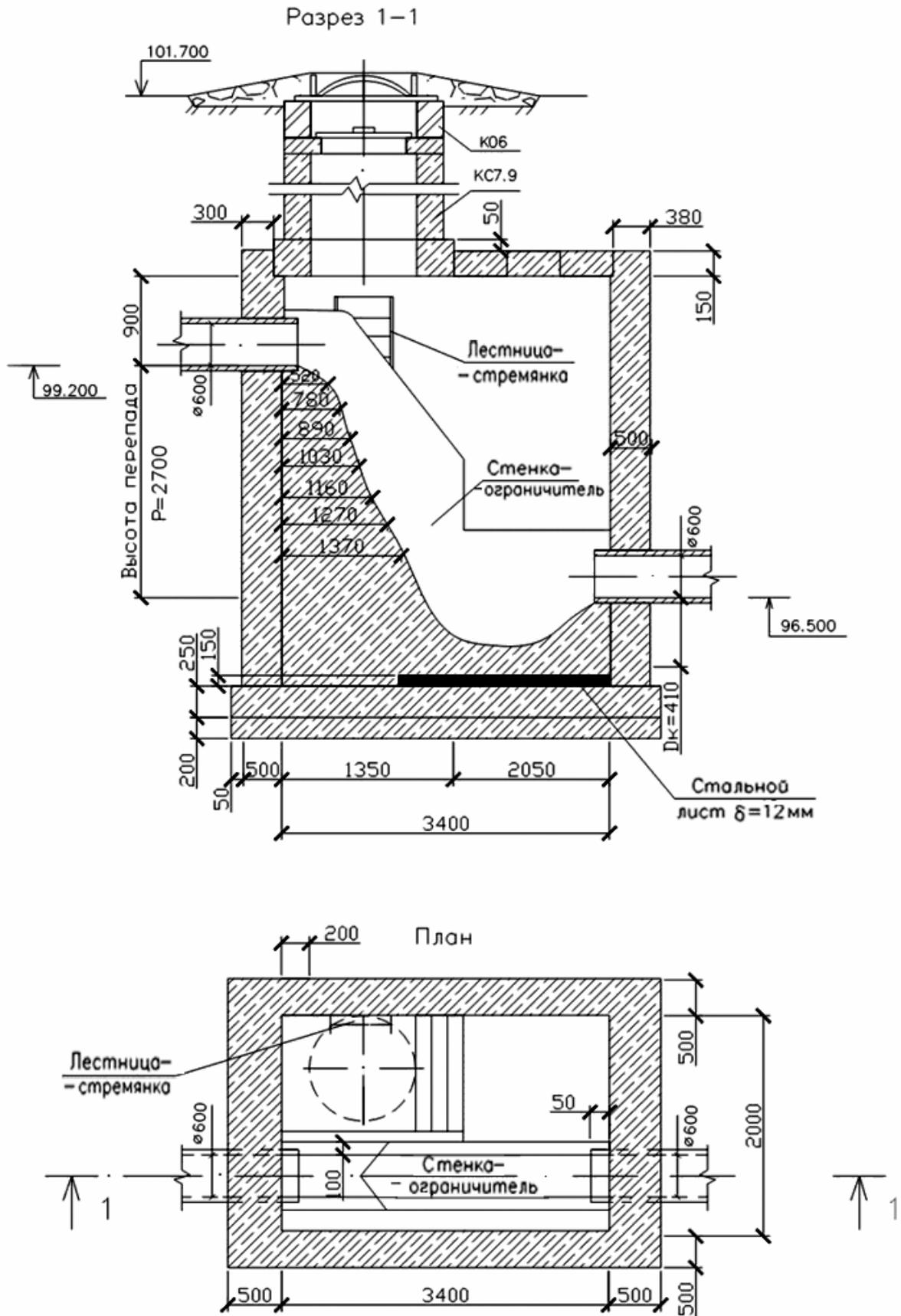


Рис. 6. Перепадный колодец в виде водослива практического профиля

4. Находим скорость потока в сжатом сечении водобойного колодца:

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

где φ – 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.

$$h_{кр} = \sqrt{\frac{Q^2}{b^2 g}};$$

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

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

7. Определяем необходимую глубину водобойного колодца:

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

где δ – 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:

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

Задавая значения величины Y , находим соответствующие значения величины X . Результаты расчетов сводим в табл. 9.

Т а б л и ц а 9

Координаты водосливной стенки

Y , м	Y/P	$\sqrt{Y/P}$	X , 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. 6).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких местах канализационной сети необходимо устройство смотровых колодцев?
2. Назначение линейных колодцев.
3. Из каких материалов выполняются канализационные колодцы?
4. Каков минимальный диаметр канализационного колодца?
5. Из какого материала изготавливают лоток в канализационном колодце?
6. Каков минимальный размер бермы лотка?
7. Рекомендуемая высота рабочей камеры канализационного колодца?
8. От каких параметров зависит высота горловины канализационного колодца?
9. Для каких целей в горловине используется опорное кольцо?
10. На какое расстояние необходимо поднимать люк вне проезжей части?
11. В чем отличие легких люков от тяжелых?
12. В каких местах канализационной сети устраиваются перепадные колодцы?
13. Если разница в глубинах сопрягаемых трубопроводов не превышает 0,5 м, обязательно ли устройство перепадного колодца?
14. В каком случае перепадной колодец проектируется в виде водослива практического профиля?

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.: Высш. шк., 1995. – 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
СООРУЖЕНИЯ НА ВОДООТВОДЯЩИХ СЕТЯХ	4
1. Смотровые колодцы	4
2. Перепадные колодцы.....	15
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	26
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27

Учебное издание

Ишева Наталья Игоревна
Гришин Борис Михайлович
Бикунова Марина Викторовна

КОЛОДЦЫ НА ВОДООТВОДЯЩЕЙ СЕТИ
Методические указания для самостоятельной работы
по программе переподготовки кадров
«Инженерное обеспечение зданий и сооружений»

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

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 01.07.14. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,6. Уч.-изд.л. 1,75. Тираж 80 экз.
Заказ №281.

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