

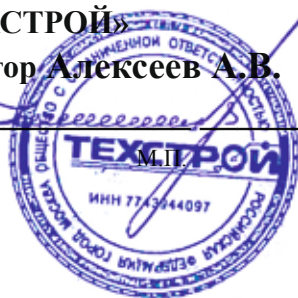
**Альбом технических рекомендаций по оптимизации процессов
проектирования и строительства подземных трубопроводных
систем с применением пластиковых колодцев из термопластов
изготовленных согласно ТУ 2248-023-54432486-2015
производства ООО «ТЕХСТРОЙ»**

ЗАКАЗЧИК:

ООО «ТЕХСТРОЙ»

Ген. директор Алексеев А.В.

2018 г.



Казань

СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

1	Общее положение	3
2	Область применения и преимущества колодцев из ПЭ и ПП	3
3	Свойства полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП)	5
4	Эксплуатационные характеристики колодцев из полимеров	6
5	Типы и конструкции колодцев производства ООО «ТЕХСТРОЙ»	6
5.1	Колодцы канализационные для безнапорных сетей	7
5.2	Колодцы для напорных инженерных сетей	12
5.3	Кабельные колодцы	14
6	Основные размеры колодцев из ПЭ и ПП производства ООО «ТЕХСТРОЙ»	14
7	Конструкция горловины полимерных колодцев	19
7.1	Исполнение горловины	19
7.2	Конструкция установки горловин	20
8	Общие рекомендации по установке колодцев	23
9	Монтаж сварных колодцев	25
10	Конструктивные решения при установке колодцев	28
10.1	Выбор и установка люков	28
10.2	Выбор и установка дождеприёмника	28
10.3	Врезка по месту	29
10.4	Установка запорной арматуры	33
11	Эксплуатация колодцев	34
12	Установка колодцев в особых условиях эксплуатации	34
13	Установка колодцев в вечномерзлых грунтах	34
14	Установка колодцев в просадочных и пучинистых грунтах	35
15	Ремонт колодцев	37
16	Требования по безопасности при транспортировании, хранении, установке и эксплуатации колодцев из ПЭ и ПП	38
17	Транспортировка и хранение	40
18	Расчёт колодцев из термопластов	41
	Методика расчёта колодцев из термопластов на прочность и устойчивость к внешним нагрузкам	41
	Методика расчёта колодцев из ПЭ и ПП на всплытие	45

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Общая часть

Настоящие рекомендации распространяются на проектирование и строительство подземных трубопроводных систем водопровода, безнапорной хозяйственно-бытовой и дождевой канализации, кабельной канализации с применением полимерных колодцев, изготовленных на основе двухслойных гофрированных или спиральновитых полимерных труб, производства ООО «ТЕХСТРОЙ».

В рекомендациях приведены: основные понятия типов колодцев, требования по монтажу и обустройству колодцев, требования по безопасности и сдаче в эксплуатацию, приводятся: расчёты на прочность и всплытие.

При проектировании, строительстве и сдаче в эксплуатацию канализационных сетей из полиэтилена (ПЭ) или полипропилена (ПП), должны учитываться требования следующих нормативных документов, а также документов поименованных в настоящих рекомендациях:

- ГОСТ 32972-2014 Колодцы полимерные канализационные;
- СП 40-102-2000 «Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»;
- СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85.
- СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;

– СНиП 3.05.04-85* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;

2 Область применения и преимущества колодцев из ПЭ и ПП

В соответствии с СП 40-102-2000:

П.п. 6.8.1 «Для систем водоотведения допускается применять канализационные, водосточные и водоприемные колодцы из: полимерных материалов (ПЭ, ПП и др.), комбинированные (элементы из полимерных материалов в сочетании с элементами из железобетона)».

Колодцы, изготовленные из двухслойных гофрированных или спиральновитых полимерных труб, применяются в сетях хозяйственно-бытовой,ливневой и общесплавной канализации, а также в технологических каналах (в промышленности), при условии устойчивости материала к транспортируемой рабочей среде; служат для доступа к сточным каналам, измерительной и запорно-регулирующей арматуре. Помимо этого, они используются в качестве колодцев-ревизий, дождеприёмных, дренажных и кабельных колодцев.

Преимущества данных колодцев обусловлены характеристикой материала, из которого они изготовлены, а именно полиэтилена ПЭ или полипропилена ПП, и особенностями конструкции (рис.1). Основные из них перечислены ниже:

- Низкий удельный вес (по сравнению с бетоном);
- Низкая теплопроводность;
- Герметичность;
- Устойчивость к агрессивным средам и истиранию;
- Морозостойкость;
- Долговечность;
- Лёгкость монтажа, складирования и транспортирования;
- Экономичность. При монтаже полиэтиленовых колодцев отсутствует необходимость в дополнительных работах по сборке и герметизации колодцев в отличие от ж/б колодцев.

					AK-001-54432486-2017			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Исполн.					Альбом технических рекомендаций по оптимизации процессов проектирования и строительства подземных трубопроводных систем с применением пластиковых колодцев из термопластов изготовленных согласно ТУ 2248-023-54432486-2015 производства ООО «ТЕХСТРОЙ»	Стадия	Лист	Листов
						II	1	11
Н.контр.						ГУП «МОСВОДОСТОК»		
Утв.								

– Гладкая внутренняя поверхность шахты колодца и лотка снижает скорость заиливания трубопровода и, таким образом, закупорку канализации;

– Простота в обслуживании.

– Химическая стойкость – отсутствие отложений. Материал колодцев препятствует размножению бактерий. Очистка ПЭ и ПП колодцев не требует больших затрат;

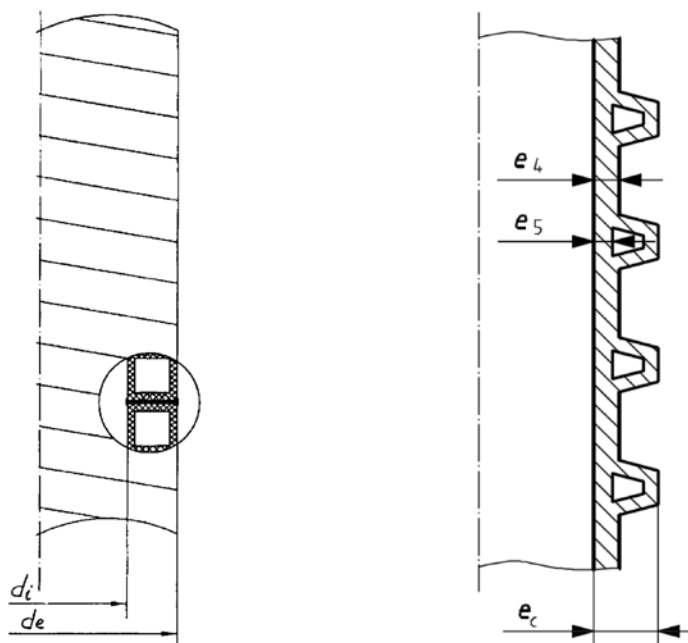
– Ремонтпригодность;

– Высокая ударопрочность;

– Высокая устойчивость к внешним механическим нагрузкам;

– Разнообразие элементов конструкции;

– Сейсмическая устойчивость.



б) спиральновитая шахта в) гофрированная двухслойная шахта

Рисунок 1– Конструкция колодца и профиль стенки шахты

3 Свойства полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП)

Колодцы изготавливаются из полиэтилена и полипропилена с характеристиками приведенными в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики полипропилена (ПП)

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1. Плотность, кг/м ³	900-910	ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)
2. Показатель текучести расплава, г/10 мин при 230°С и нагрузке 21,2Н (2,16 кгс)	0,2-0,5	ГОСТ 11645-73 Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов
3. Прочность при разрыве, МПа, не менее	30	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение
4. Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	500	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение
5. Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	30	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение
6. Модуль упругости при 1 % удлинения, МПа, не менее	1500	ГОСТ 9550-81 Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе
7. Ударная вязкость по методу Изода, Дж/м ² , не менее – при 23°С – при 0°С – при -20°С	без разрушений 9,0 5,0	ГОСТ 19109. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Изоду
8. Ударная прочность по методу Шарпи, Дж/м ² , не менее – при 23°С – при 0°С – при -20°С	60 30 10	ГОСТ 4647-80. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

2

Таблица 2

Характеристики полиэтилена (ПЭ)

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1. Плотность, кг/м ³ , не менее	950	ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)
2. Показатель текучести расплава – при 190°С и нагрузке 21,2 Н (2,16 кгс) – при 190°С и нагрузке 49 Н (5 кгс) – при 190°С и нагрузке 212 Н (21,6 кгс)	0,25–0,4 0,8–1,5 23–30	ГОСТ 11645-73 Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов
3. Прочность при разрыве, МПа, не менее	30	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
4. Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	600	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
5. Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	26	ГОСТ 11262-80 Пластмассы. Метод испытания на растяжение.
6. Модуль упругости (секущий) при 1 % удлинения, МПа, не менее	1150	ГОСТ 9550-81 Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе.
7. Ударная вязкость по методу Изода, Дж/м ² , не менее	180	ГОСТ 19109 Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Изоду
8. Твердость по Шору, не менее	64	ГОСТ 24621-91 Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (по Шору)
9. Стойкость к растрескиванию, час, не менее	60	ГОСТ 13518-68 Пластмассы. Метод определения стойкости полиэтилена к растрескиванию под напряжением
10. Температура размягчения по Вика, °С, не менее	125	ГОСТ 15088-83 Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика

4. Эксплуатационные характеристики колодцев из полимеров

- температура монтажа: от -10 до +50°С;
 - глубина заложения: до 12 м*;
 - температура транспортируемой среды: не более 60°С**;
- * – при увеличении глубины заложения более 6 метров требуются дополнительные расчеты;
- ** – термопласты стойкие к веществам с показателем pH в диапазоне от 2 до 12. Более подробную информацию о химической стойкости термопластов см. в СН 550-82, а также в ISOTR10358.

5. Типы и конструкции колодцев производства ООО «ТЕХСТРОЙ»

Колодцы являются обязательными элементами инженерных сетей, позволяющими проводить необходимые технологические и эксплуатационные работы. Разновидности колодцев из ПП и ПЭ производства ООО «ТЕХСТРОЙ» представлены на рисунке 2.

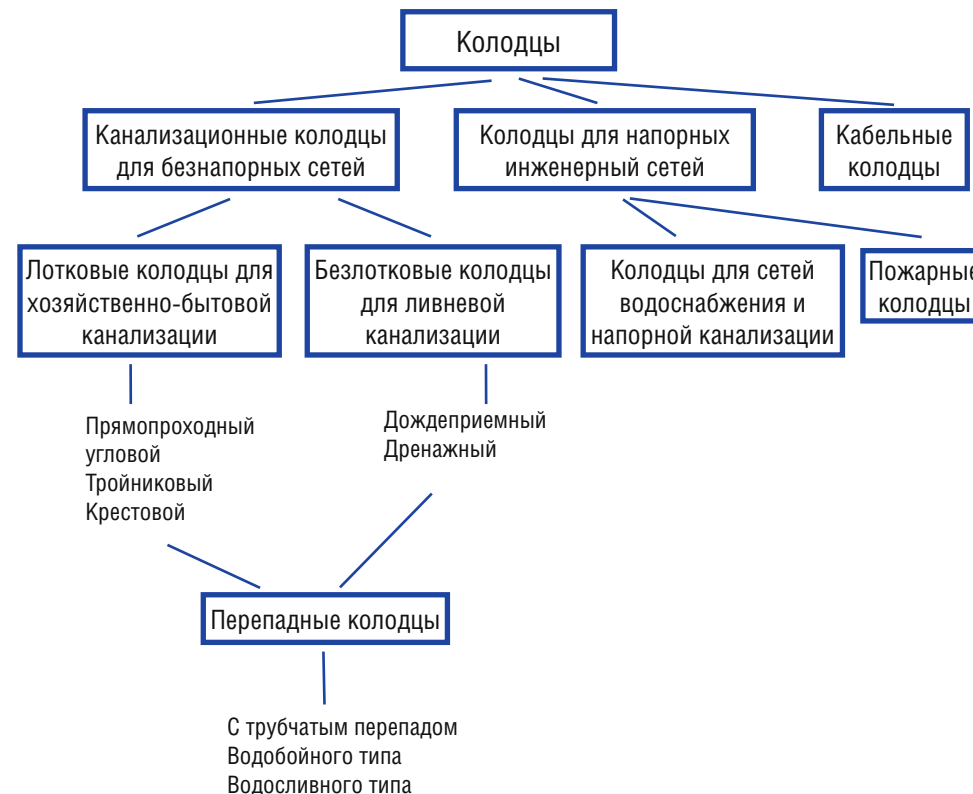


Рисунок 2 – Разновидности колодцев производства ООО «ТЕХСТРОЙ»

Колодцы разделяют на обслуживаемые и инспекционные. К обслуживаемым можно отнести колодцы номинальным диаметром не менее DN/1000, приспособленные для непосредственного доступа обслуживающего персонала к лотку, с целью выполнения в нем необходимых работ. К инспекционным – колодцы номинальным размером от DN/200 до DN/800, приспособленные для выполнения эксплуатационных действий в нем с поверхности.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

3

5.1. Колодцы канализационные для безнапорных сетей

Данные колодцы применяются в сетях хозяйственно-бытовой и ливневой канализации, для обеспечения доступа к канализационным сетям и проведения их обслуживания.

Колодцы канализационные подразделяются на:

- лотковые,
- безлотковые,
- перепадные.

5.1.1. Лотковые колодцы

Предназначены для доступа к сетям хозяйственно-бытовой канализации и выполнения в них эксплуатационных работ.

В зависимости от варианта исполнения лотка колодцы делятся на:

- прямопроходной (рис.3),
- угловой (рис.4),
- тройниковый (рис.5),
- крестовинный (рис.6).

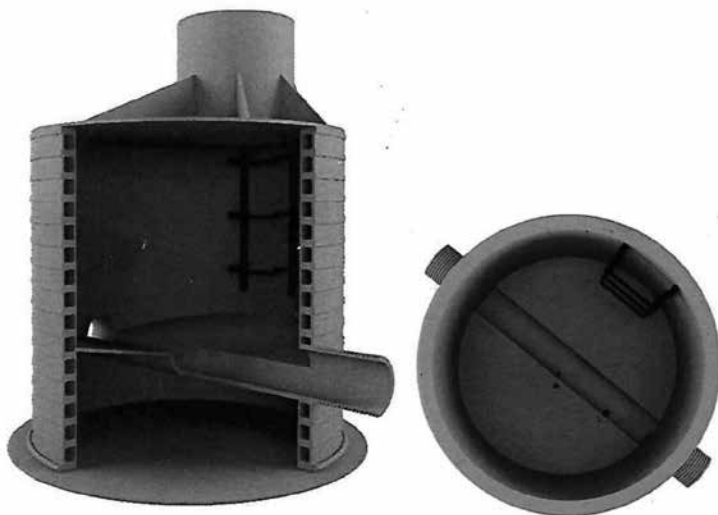


Рисунок 3 – Канализационный колодец с прямопроходным типом лотка

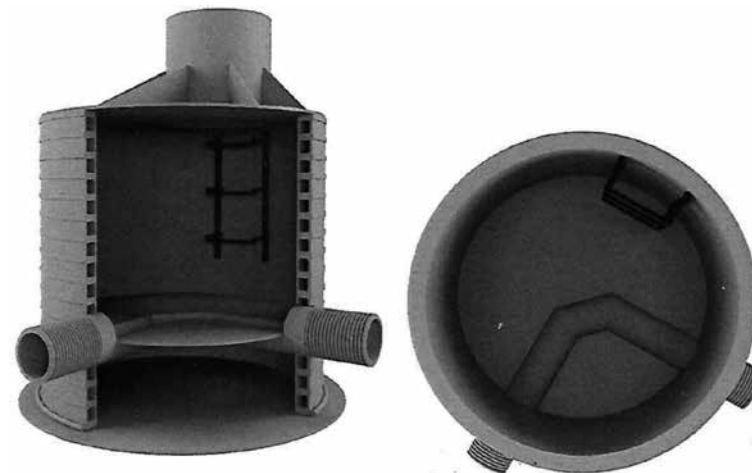


Рисунок 4 – Канализационный колодец с угловым типом лотка

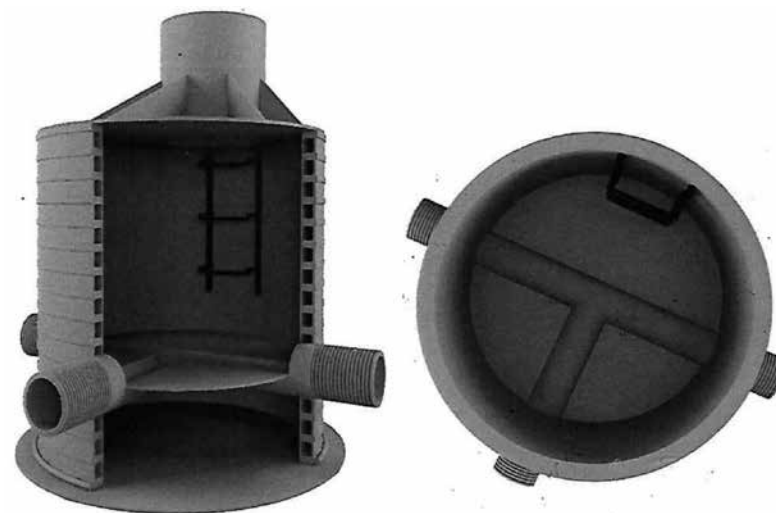


Рисунок 5 – Канализационный колодец с тройниковым типом лотка

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

4

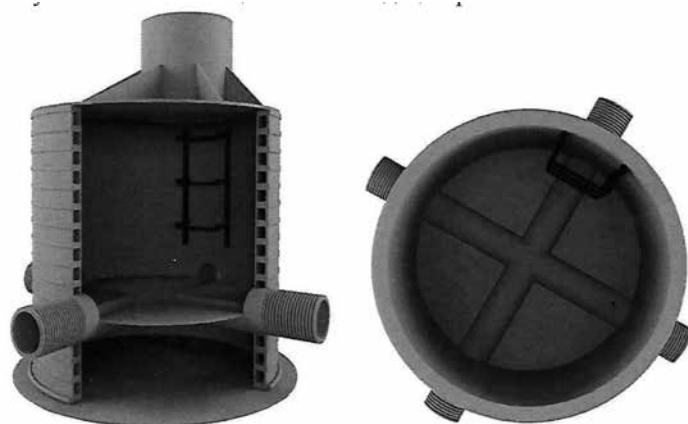


Рисунок 6 – Канализационный колодец с крестовинным типом лотка

5.1.2. Безлотковые колодцы

Предназначены для доступа к сетям ливневой (дождевой) канализации и выполнения в них эксплуатационных работ.

В зависимости от варианта исполнения делятся на:

- дождеприемные (рис.7),
- дренажные (рис.8).

Дождеприемные колодцы применяются для отведения талых вод и природных осадков.

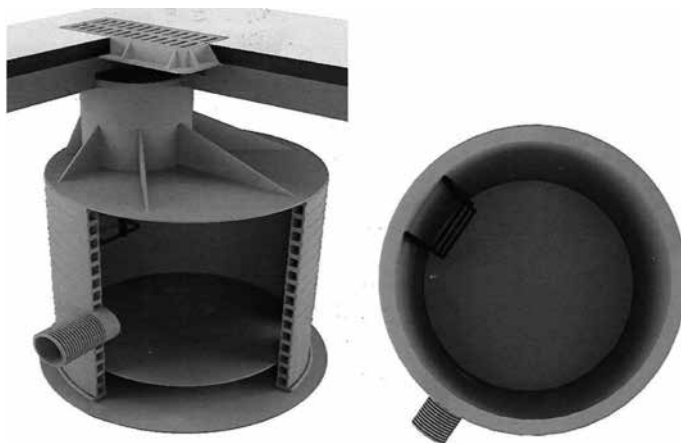


Рисунок 7 – Дождеприемный колодец

Дренажные колодцы применяются для отведения грунтовых вод.

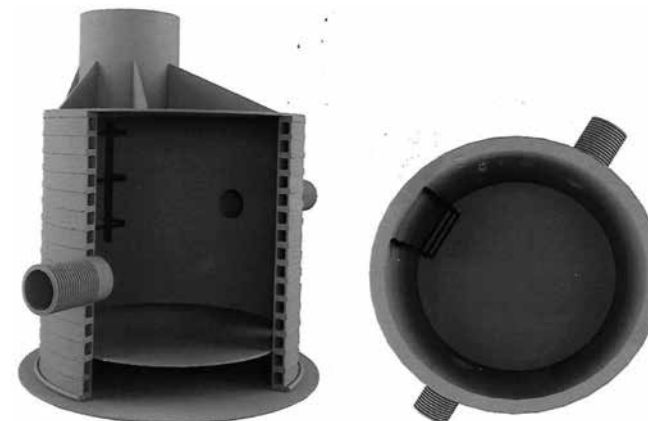


Рисунок 8 – Дренажный колодец

5.1.3. Перепадные колодцы

Применяются для уменьшения глубины заложения трубопровода, в том числе при пересечении с подземными сооружениями, а так же для замедления скорости движения потока сточных жидкостей.

В зависимости от варианта исполнения делятся на:

- с трубчатым перепадом (рис.9),
- водобойного типа (рис.10),
- водосливного типа (рис.11)

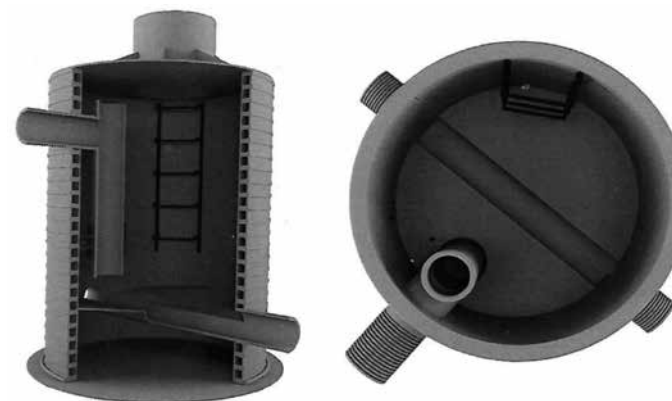


Рисунок 9 – Перепадный колодец с трубчатым перепадом (с направляющим стояком)

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

5

Направляющий стояк крепится (сваркой) за выступы (рис.9 а), сделанные из полиэтиленовых листов, приваренные к шахте колодца при помощи ручного экструдера.

Высота перепада не должна превышать 6 м. Для организации потока применяются направляющие стояки. Сечение (диаметр) стояка должно быть на сортамент больше диаметра подводящего трубопровода. В основании колодца изготавливается водобойный приемок. Наличие воды в приемке позволяет смягчить ударное действие потока на основание.

Основание колодца (лоток) усиливается за счет полиэтиленовых опор, приваренных между лотком и днищем (рис 9 а)

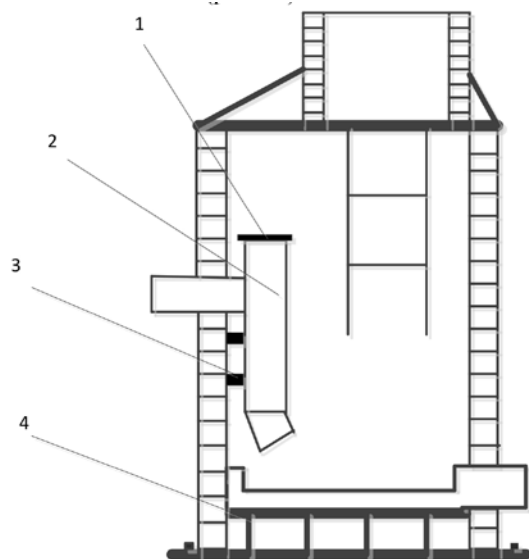


Рисунок 9 а – Перепадной колодец со стояком и усиленным основанием
1 – полимерная заглушка, 2 – стояк перепада, 3 – полиэтиленовые выступы, 4 – усиливающие опоры.

Обслуживание стояка перепада в колодцах осуществляется через отверстия, имеющиеся в верхней и нижней части.

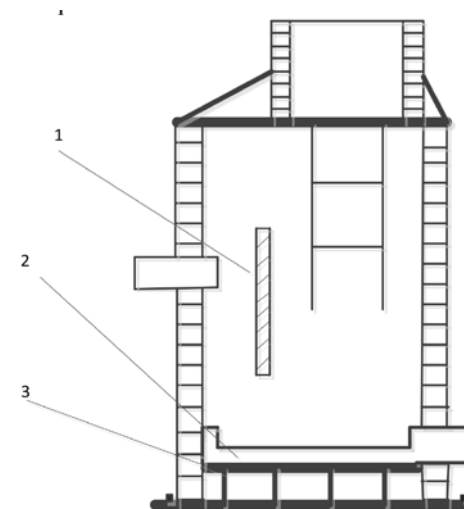


Рисунок 10 – Перепадной колодец с водобойной стенкой
1 – водобойная стенка, 2 – лоток, 3 – усиливающие опоры

Колодцы перепадные с водобойной стенкой используются для гашения скорости потока в колодце.

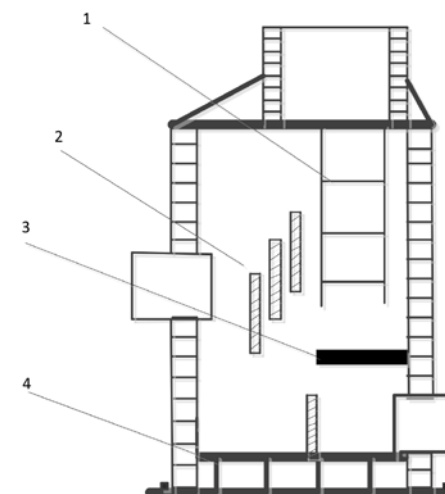


Рисунок 10 а – Перепадной колодец с гасителями потока
1 – лестница, 2 – гасители потока, 3 – площадка, 4 – перелив.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Водобойная стенка (гаситель потока) и рабочая площадка выполняются из полиэтиленовых конструкций и привариваются к внутренней стенке шахты колодца. Размеры горловины, рабочей части и прочие параметры определяются проектным решением.

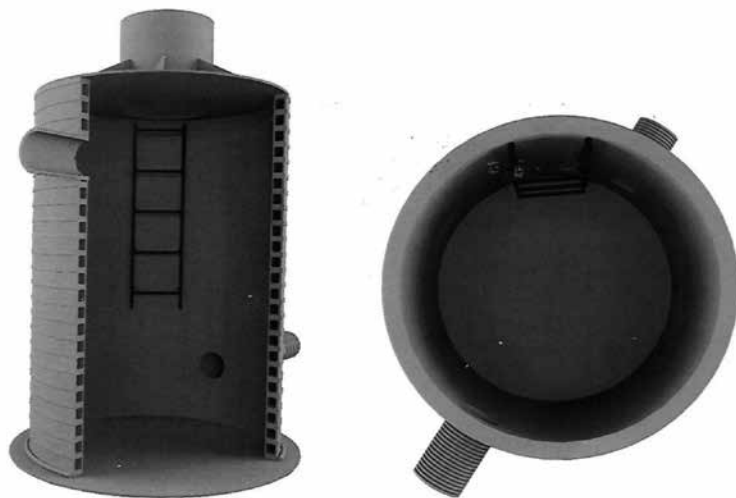


Рисунок 11 – Перепадный колодец водосливного типа

5.2. Колодцы для напорных инженерных сетей

Данные колодцы применяются на напорных водопроводно-канализационных сетях, для обслуживания размещенных в них контрольно-измерительного оборудования, запорно-регулирующей арматуры и пожарных гидрантов.

Данные колодцы делятся на:

- колодцы для сетей водоснабжения и напорной канализации (рис.12),
- пожарные колодцы (рис.13).

5.2.1. Колодцы для сетей водоснабжения и напорной канализации

Применяются для обслуживания запорно-регулирующей арматуры и контрольно-измерительного оборудования.

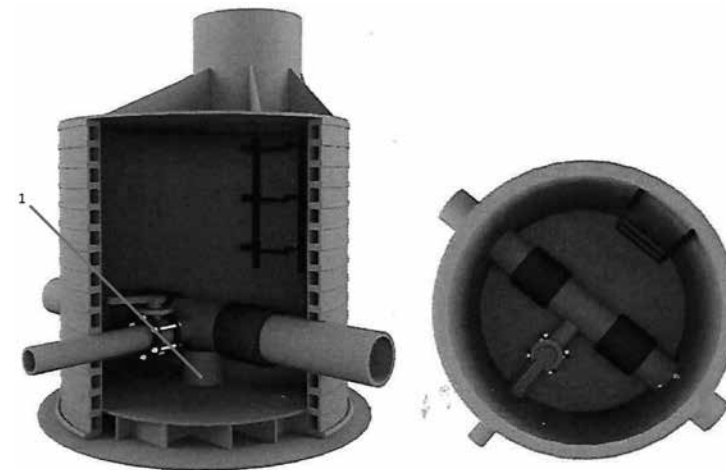


Рисунок 12 – Водопроводный колодец с установленной запорной арматурой

Для устранения усилий возникающих под действием собственного веса (силы тяжести) трубы, запорной арматуры и фитингов в водопроводных колодцах предусмотрены упоры (рис.12. н.1). Упоры изготавливаются из трубы ПНД (гладкой) или из полиэтиленовых листов. Закрепляются на днище колодца путем сварки.

5.2.2. Пожарные колодцы

Применяются для забора воды из трубопровода с целью тушения пожаров на промышленно-гражданских объектах.

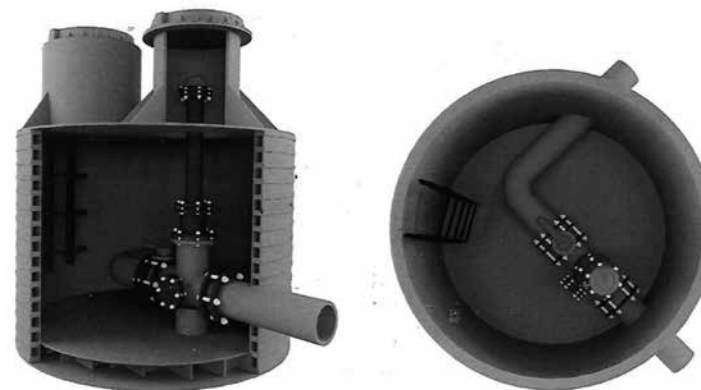


Рисунок 13 – Пожарный колодец с установленным пожарным гидрантом

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

8

5.3. Кабельные колодцы

Предназначены для построения кабельной канализации и выполняют функции смотровых устройств, в том числе для многотрубной системы кабельных линий (рис.14).

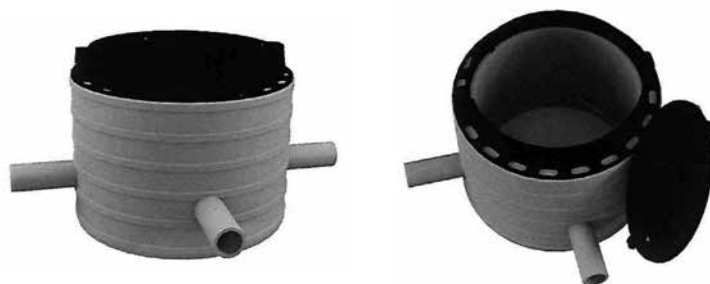


Рисунок 14 – Кабельный колодец

6. Общая техническая информация

6.1. Основные размеры колодцев из ПЭ и ПП производства ООО «ТЕХСТРОЙ»

6.1.1 Колодцы ООО «ТЕХСТРОЙ» изготавливаются в соответствии с ТУ 2248-023-54432486- 2015 «Колодцы из полимерных материалов».

Рабочая камера колодца (шахта) изготавливается из:

- полимерных труб со структурированной стенкой соответствующих требованиям ГОСТ Р 54475-2011;
- двухслойной гофрированной трубы по ТУ 2248-011-54432486-2013; необходимых параметров, к которым ручным экструдером привариваются днище, плита перекрытия, горловина и различные патрубки меньшего диаметра.

Колодцы могут быть изготовлены по эскизам, утвержденным заказчиком и согласованным с изготовителем (рис.15). Номинальные размеры, высота колодцев и значения максимального наружного диаметра патрубков приведены в таблице 3, для инспекционных камер – в таблице 4.

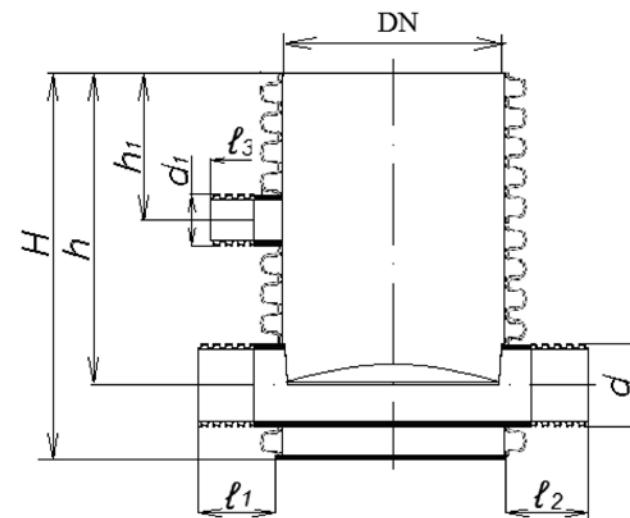


Рисунок 15 – Колодец

Таблица 3

Номинальный размер колодца DN/ID, мм	Высота колодца Н, мм		Максимальный наружный диаметр патрубков, мм
	Номинальное значение	Предельное отклонение	
1000	от 1000 до 8000*	± 100	630
1200		± 100	800
1400		± 100	1000
1500		± 100	1000
1600		± 100	1000
1800		± 100	1000
2000		± 100	1200
2200		± 100	1200
2400		± 100	1200

* От 500 мм для кабельных колодцев.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

9

Таблица 4

Номинальный размер DN, мм	Высота колодца Н, мм		Максимальный наружный диаметр патрубков, мм
	Номинальное значение	Предельное отклонение	
ID 250	от 500 до 3000	± 100	160
OD 315		± 100	200
ID 300		± 100	200
OD 400		± 100	250
ID 400		± 100	250
OD 500		± 100	250
ID 500		± 100	250
ID 600		± 100	400
ID 800		± 100	500

Колодцы могут быть изготовлены с одинарным или двойным дном (рис.16). Толщина стенки дна должна быть не менее 10 мм.

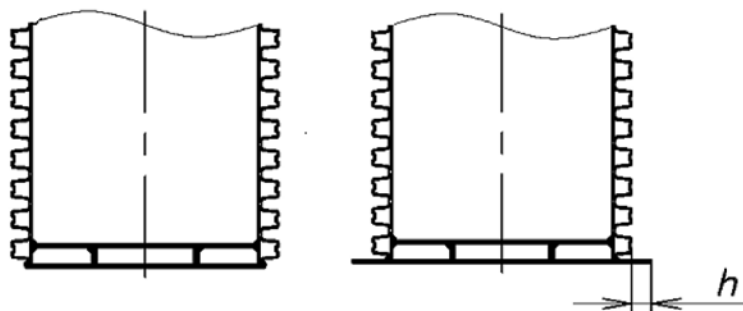


Рисунок 16 – Двойное дно, варианты исполнения.

Величина h зависит от диаметра колодца (шахты) – 10÷20 мм.

Добор рабочей части (шахты) колодца в не заводских условиях не производится (см.п.7).

Размеры трубных концов или раструбов присоединительных патрубков колодца должны соответствовать нормативной и технической документации на трубы и фасонные части, для присоединения которых колодец предназначен.

База колодца может быть предназначена для присоединения следующих трубопроводов из полимерных материалов систем наружной канализации:

– трубы и фасонные части со сплошной стенкой из полиэтилена или полипропилена по нормативной и технической документации изготовителя по ГОСТ 32413, ГОСТ 31415, ГОСТ 18599, ГОСТ 50838;

– трубы и фасонные части со структурированной стенкой из непластифицированного поливинила, полиэтилена или полипропилена по ГОСТ Р 54475 и технической документации изготовителя с гладкими наружной и внутренней поверхностями (тип А) или с гладкой внутренней и профилированной наружной поверхностью (тип В).

Присоединительные патрубки могут быть изготовлены из труб соответствующих следующей документации:

– трубы со структурированной стенкой DN/OD 110, 160, 200, 225, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1200; DN/ID 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200 по ТУ 2248-011-54432486-2013 или по ГОСТ 54475;

– трубы напорные из полиэтилена ПЭ 100 по ГОСТ 18599, ТУ 2248-008-54432486-2012;

Минимальную свободную длину патрубков колодцев рекомендуется устанавливать в соответствии с таблицей 5 и таблицей 6;

Номинальный размер (DN/ID или DN/OD) и свободная длина патрубков, их угловое положение, а также номинальный наружный диаметр d_n и стандартное размерное отношение SDR (для труб из полиэтилена), должны быть установлены в эскизе колодца, утвержденном заказчиком и согласованном с изготовителем.

Таблица 5

Номинальный размер DN патрубка, мм	Длина свободной части патрубка l , не менее, мм
OD 110	150
OD 160	150
OD 200	170
OD 225	170
ID 250	170
OD 315	175
ID 300	175
OD 400	180
ID 400	180
OD 500	220

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

10

ID 500	220
OD 630	250
ID 600	250
OD 800	325
ID 800	325
OD1000	390
ID 1000	390
OD1200	430
ID 1200	430

Таблица 6

Номинальный наружный диаметр d_n патрубка	Длина свободной части патрубка l , не менее
160–180	150
200–225	170
250–280	250
315–450	300
500–800	350
900–1000	400

6.1.2. Колодцы, по требованию заказчика, комплектуются лестницами.

Все элементы, ступени и направляющие лестницы выполнены из прочного, алюминиевого профиля.

Лестница крепится при помощи болтов к полимерным проушинам, приваренным к шахте колодца (рис. 16а).

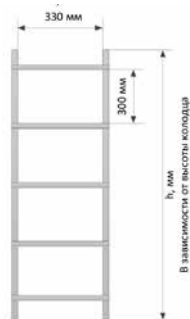


Рисунок 16 а – Лестница для установки в колодцах

6.2. Основные характеристики колодцев

Все испытания проводят заводом-изготовителем

6.2.1. Внешний вид поверхности

Поверхность колодцев должна быть чистой и не иметь дефектов, которые могут являться причиной несоответствия. На поверхности полимерных деталей колодцев не допускаются раковины, трещины и посторонние включения, видимые без применения увеличительных приборов.

Торцы патрубков должны быть отрезаны ровно и перпендикулярно к их оси.

6.2.2 Сварные швы при визуальном контроле не должны иметь трещин и других дефектов, указанных в ГОСТ Р 54792 для данного типа сварных швов.

6.2.3 Кольцевая жесткость шахты колодца должна быть не менее 2 кН/м².

Примечание – Кольцевая жесткость может быть определена по ГОСТ Р 54475–2011 пункт 8.4. Если трубы, применяемые в качестве шахты колодца, имеют кольцевую жесткость более 2 кН/м², то определение кольцевой жесткости шахты колодца не требуется.

6.2.4 Колодцы и соединения с трубопроводами должны быть герметичными и соответствовать характеристикам таблицы 6а.

Таблица 6а

Наименование показателя	Значение
1. Герметичность сварных швов колодца	Без протечек или Повышение давления ≤ 3 кПа (0,03 бар) в течение 15 мин
2. Герметичность соединений патрубков базы и трубопровода1), 2): – при давлении воздуха минус 30 кПа (минус 0,3 бар); – при давлении воды 5 кПа (0,05 бар); – при давлении воды 50 кПа (0,5 бар)	Повышение давления ≤ 3 кПа (0,03 бар) в течение 15 мин Без протечек в течение 15 мин Без протечек в течение 15 мин

6.2.5. База колодца должна быть стойкой к удару падающим грузом массой 1 кг с высоты 2,5 м.

6.2.6. Ступени колодцев при вертикальной нагрузке 2 кН должны иметь деформацию не более 10 мм и остаточную деформацию не более 5 мм.

При растягивающей горизонтальной нагрузке 1 кН не должно быть разделения крепления ступеней к стенке колодца.

6.2.7. Приповерхностные элементы колодца должны быть стойкими к нагрузке, соответствующей допустимому классу нагрузки от транспорта в соответствии с таблицей 5.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

Класс нагрузки	Испытательная нагрузка, кН
Класс А	5
Класс В	50
Класс D	100
Класс E	150

6.2.8. Прогнозируемая деформация проходного сечения каналов базы колодца при экстраполяции на 50 лет должна составлять:

- вертикальная – не более 5 % от значения наружного диаметра трубопровода;
- горизонтальная – не более 10 % от значения наружного диаметра трубопровода.

7. Горловины полимерных колодцев

Внутренний диаметр горловины обслуживаемого полимерного колодца должен быть не менее 600 мм. Стандартная высота горловины колодцев $h \leq 450$ мм. Для горловин номинальным внутренним диаметром от 800 мм до 1000 мм можно производить добор высоты h вне заводских условий. Увеличение высоты осуществляется при помощи соединения трубы с раструбом (доборный элемент) необходимой длины к существующей горловине.

7.1 Исполнение горловин

Горловина колодцев может быть выполнена в следующих исполнениях:

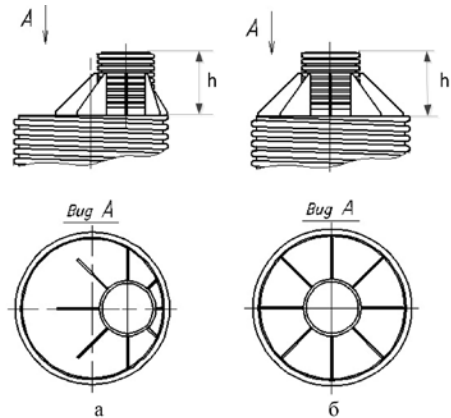


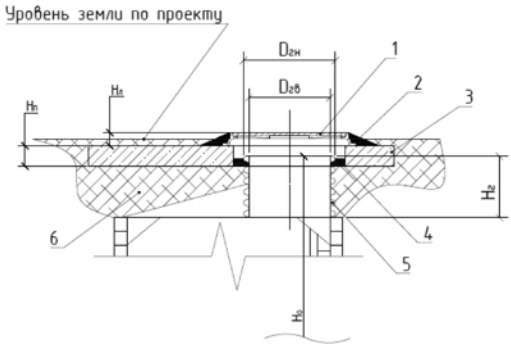
Рисунок 17 – Исполнение горловин: эксцентрический – а, концентрический – б

Таблица 6б

7.2 Конструкция установки горловин

В зависимости от кратковременных нагрузок существует три типа:

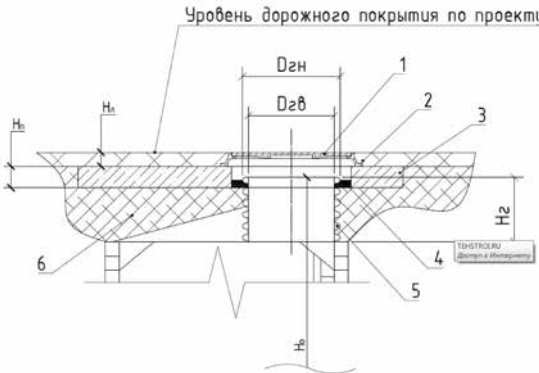
Тип 1 – устанавливается на колодцах, расположенных вне проезжей части дорог, в зеленых зонах. Варианты такой установки приведены на рисунке 18.



1 – люк полимерный, чугунный; 2 – отстойка люка; 3 – разгрузочная плита (например ПП10-1, 1ПП20-1, 2ПП15-1); 4 – уплотнитель (герниковый шнур или каболка); 5 – горловина колодца; 6 – засыпка песком с уплотнением 95 % по Проктору.

Рисунок 18 – Горловина колодца для временной нагрузки 4,9 кПа (500 кгс/м²) для установки в зелёной зоне

Тип 2 – устанавливается на колодцах, расположенных на автомобильных дорогах городов и предприятий, на которых исключен движение тяжелого транспорта. Вариант такой установки приведён на рисунке 19.

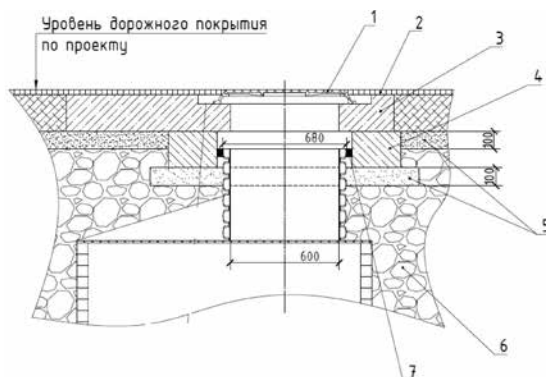


1 – Люк «Т» по ГОСТ 3634-99; 2 – дорожное покрытие по проекту; 3 – разгрузочная плита (например: ПП10-1, 1ПП20-1, 2ПП15-1); 4 – уплотнитель (каболка или герниковый шнур); 5 – горловина колодца; 6 – засыпка песком с уплотнением 95 % по Проктору

Рисунок 19 – Горловина колодца для временной нагрузки Н-30.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Тип 3 – устанавливается на колодцах, расположенных на автомобильных дорогах городов и предприятий, на которых предусмотрено движение тяжелого транспорта. Вариант такой установки приведён на рисунке 20.



1 – Люк «ТМ» по ГОСТ 3634-99, 2 – дорожное покрытие по проекту; 3 – дорожная плита; 4 – разгрузочная плита; 5 – песчаная или песчано-цементная подготовка; 6 – засыпка горловины гравием (размер зерен 4–22 мм) или песком (грубозернистым) с уплотнением 95% по Проктору 7 – уплотнитель (герниковый шнур или каболка).

Рисунок 20 – Горловина колодца для временной нагрузки Н-80.

Люки соответствуют размерам горловин колодцев, изготавливаются по ГОСТ 3634-99 «Люки смотровых колодцев и дождеприёмники ливнесточных колодцев», но могут быть изготовлены с параметрами, соответствующими проектному решению или техническому заданию.

Уплотнение зазоров между поверхностью трубы и железобетонными изделиями производится уплотнителя, произведенного по ГОСТ 30055-93 «Канаты из полимерных материалов и комбинированные» с помощью резинового кольца (жгута), смоляного каната (каболки) или же с помощью герникового шнура. В таблице 7 приведены характеристики уплотнителя (смоляного каната) в зависимости от диаметра горловины.

Таблица 7

Характеристики уплотнителя

Диаметр горловины ID, мм	Длина, м	Диаметр (толщина), мм	Материал
600	3	10–30	Смоляной канат согласно ГОСТ 30055-93
800	4	10–30	Смоляной канат согласно ГОСТ 30055-93
1000	4	10–30	Смоляной канат согласно ГОСТ 30055-93

В зависимости от диаметра горловины, длина и толщина уплотнителя может быть другим.

Запрещается устанавливать люки непосредственно на горловину полимерного колодца. Для установки люков и опорных плит под люк (при транспортной нагрузке), применяются разгрузочные плиты (рис. 18, 19, 20).

8. Общие рекомендации по установке колодцев

Полимерные колодцы следует устанавливать в районах со следующими природными и климатическими данными:

- Сейсмичность района – не выше 9 баллов,
- Расчётная зимняя температура наружного воздуха – не ниже -50°C ,
- Грунты на строительной площадке должны иметь нормативные характеристики:

а) сухие непучинистые естественной влажности со следующими нормативными характеристиками: нормативная плотность – $VH=1,8\text{ т/м}^3$, нормативный угол внутреннего трения – $\text{ср } H=0,56\text{ рад } (32^{\circ})$, нормативное сцепление – $CH=2\text{ кПа } (0,02\text{ кгс/см}^2)$

б) мокрые (водонасыщенные) со следующими нормативными характеристиками: нормативная плотность – $VH=2,0\text{ т/м}^3$, нормативный угол внутреннего трения – $q>H=0,40\text{ рад } (23^{\circ})$, нормативное сцепление – $CH=1\text{ кПа } (0,01\text{ кгс/см}^2)$, коэффициент пористости $\varepsilon=0,65$.

Полимерные колодцы рекомендуется устанавливать на подготовленное песчаное или бетонное основание (опорная плита) при установке колодцев в сухих или водонасыщенных грунтах соответственно. Минимальная толщина основания – 15 см.

Для устройства песчаного основания пригодны грунты с расчётным сопротивлением более $0,1\text{ МПа } (1,0\text{ кгс/см}^2)$, определяемым по формуле (7) СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений». При этом значение расчётного сопротивления должно превышать среднее значение давления по подошве от действия нормативных нагрузок. Песчаное основание необходимо уплотнить трамбованием до степени уплотнённости по Проктору не менее 95%.

Для устройства бетонного основания рекомендуется использовать бетон марки В 7,5.

Рекомендуемое максимальное заглубление дна колодца – 9 м.

Обратную засыпку следует вести песком или мелким гравием с размером фракции не более ширины впадины гофры шахтной трубы. При этом необхо-

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

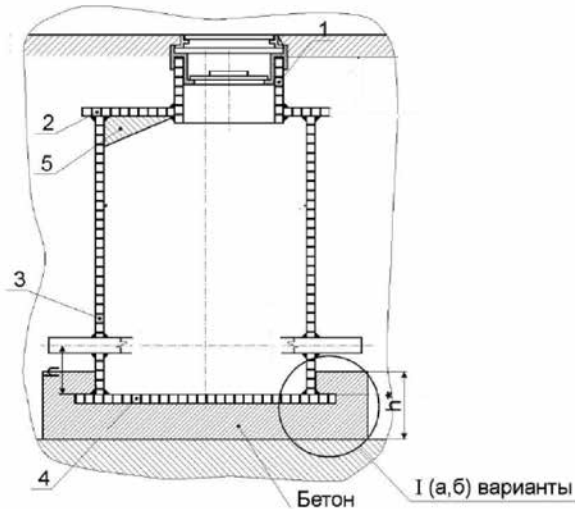
димо применять метод послойного уплотнения. Уплотнение вести равномерно по периметру слоями толщиной не более 200 мм. Рекомендуемые степени уплотнённости по Проктору для различных условий установки:

- для зон зелёных насаждений и пешеходных зон – не менее 95 %,
- для дорог с умеренной транспортной нагрузкой – не менее 95 %,
- для дорог с большой транспортной нагрузкой – не менее 98 %.

Засыпка вокруг горловины колодца.

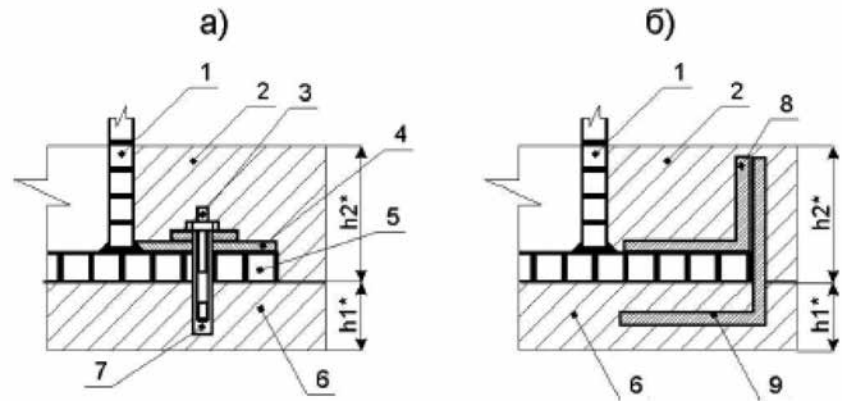
При уровне грунтовых вод выше днища колодца рекомендуется уплотнить насыпной грунт до 98% по Проктору, а также соорудить бетонный «якорь» для предотвращения всплытия колодца. Основные способы «якорения»:

- При изготовлении колодца делается специальный удлиненный выпуск дна колодца (рис. 22). После установки колодца на бетонное основание (опорную нижнюю плиту) происходит крепление выпуска дна к нему (основанию) анкерными болтами (рис. 23 а) или с помощью закладных элементов (рис. 23 б). При необходимости вокруг колодца изготавливается съёмная опалубка и происходит заливка дополнительного «якорного» пригруза (рис. 22).



1 – горловина; 2 – плита перекрытия; 3 – рабочая часть; 4 – увеличенное днище колодца; 5 – рёбра жесткости.

Рисунок 22 – Конструкция колодца для установки во влажных почвах.



1 – стенка колодца; 2 – пригруз; 3 – анкер с гайкой (для колодцев ; 4 – металлическая пластина; 5 – выступ дна под анкер или уголок; 6 – бетонное основание (опорная плита); 7 – отверстие под анкер; 8 – металлический уголок; 9 – закладной элемент.

Рисунок 23 – Элементы крепления колодца для установки во влажных почвах

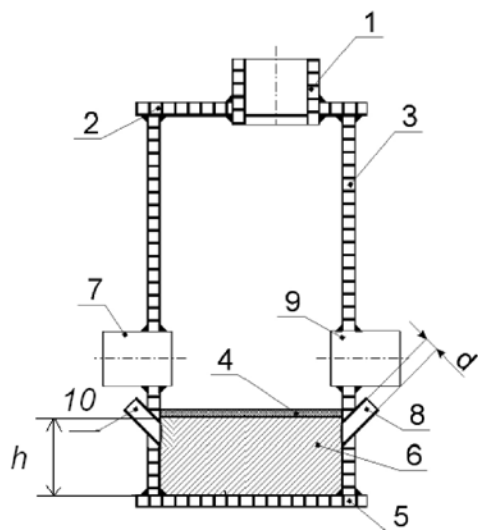
Крепление колодцев диаметром до DN/ID 1200 мм производится с помощью анкерных болтов М16х180 8 шт. Колодцы от DN/ID 1400 мм и выше крепятся анкерными болтами М20х200 8 шт.

– Колодцы могут изготавливаться со специальной «пригрузочной» камерой (рис. 24), которая заливается бетоном непосредственно в процессе монтажа колодца на трассе. Высота пригрузочной камеры h зависит от многих параметров и определяется исходя из расчета массы «якоря», представленным в настоящих технических рекомендациях. Диаметр патрубка для заливки бетонной смеси определяется производителем.

Масса «якоря» определяется расчётом, представленным в настоящих технических рекомендациях. Для сооружения «якоря» следует использовать готовые ж/б плиты и опалубку прямоугольного или круглого сечения.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017



1 – горловина; 2 – перекрытие; 3 – рабочая камера; 4 – перекрытие пригрузочной камеры; 5 – днище колодца; 6 – пригрузочная камера; 7 и 9 – патрубки; 8 – патрубок для заливки бетона, 10 – патрубок для стравливания воздуха

Рисунок 24 – Конструкция колодца со специальной пригрузочной камерой:

9. Монтаж колодцев

- 1) На дне котлована соорудить песчаное основание толщиной не менее 150 мм. Уплотнить основание до 95 % Проктору.
- 2) В случае установки колодца в водонасыщенных грунтах для предотвращения всплытия:
 - на дне котлована следует залить бетонное основание толщиной не менее 15 см или уложить бетонную опорную плиту (ПН-10, ПН-15, ПН-20 и т. д.).
 - залить бетонный «якорь», масса которого должна определяться расчётом. При отсутствии расчётных данных бетон следует залить до уровня на 10 см выше верха подключаемых труб. Рекомендуется использовать бетон марки В15. При установке колодца с пригрузочной камерой следует заполнить её бетоном до верха через специальный приваренный патрубок (рис. 24). Размеры камеры определяются расчётом, представленным в настоящих технических рекомендаций.
- 3) Установить колодец на подготовленное основание и произвести подключение труб.

4) Засыпку колодца рекомендуется вести песком (крупнозернистым), используя метод послойного уплотнения. Толщина каждого слоя – не более 200 мм. Степень уплотнения каждого слоя – не менее 95 % по Проктору, а в случае наличия транспортной нагрузки – не менее 95–98 % по Проктору, в зависимости от величины нагрузки.

В случае наличия транспортной нагрузки дальнейшие работы вести в соответствии с рис. 25 а (см. ниже):

- установить разгрузочную плиту или вокруг верхней части горловины или шахты соорудить опалубку в виде кольца толщиной и высотой не менее 300 мм, с таким расчётом, чтобы верхняя часть шахты входила в неё не более, чем на 150 мм; при этом зазор между будущей внутренней поверхностью бетонного кольца и шахтой колодца должен составлять не более 25 мм по всей длине окружности
- залить опалубку бетоном,
- площадь вокруг опалубки засыпать песком до уровня её горизонтальной поверхности и уплотнить до 95–98 % по Проктору. Площадь и размеры песчаной площадки должны быть не менее площади и размеров дорожной плиты,
- зазор между шахтой колодца и получившимся бетонным кольцом уплотнить смоляным канатом (каболкой) ГОСТ 30055-93 или гернитовым шнуром,
- по всей площади горизонтальной поверхности бетонного кольца приклеить слой пароизола с помощью специальной холодной мастики,
- сверху на бетонное разгрузочное плиту положить дорожную плиту под люк по ГОСТ 8020-90, предварительно смазав холодной мастикой слой пароизола,
- установить люк,
- положить дорожное покрытие по проекту.

В случае установки колодца в пешеходной зоне дальнейшие работы вести в соответствии с рисунком 25 б (см. ниже):

- установить разгрузочную плиту или вокруг верхней части горловины или шахты соорудить опалубку в виде кольца толщиной не менее 300 мм и высотой не менее 200 мм, с таким расчётом, чтобы верхняя часть шахты входила в неё не более, чем на 100 мм; при этом зазор между будущей внутренней поверхностью бетонного кольца и шахтой колодца должен составлять не более 25 мм по всей длине окружности. При этом цилиндрическую поверхность по её внутреннему диаметру следует оклеить лентой ПИЛ,
- залить опалубку бетоном,

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

– зазор между горловиной (шахтой) и образовавшимся бетонным кольцом уплотнить смоляным канатом (каболкой) ГОСТ 30055-93

– установить полимерный люк или чугунный люк ГОСТ 3634-99 и забетонировать его.

– положить дорожное покрытие по проекту.

Примечание. Обустройство верхней части колодца смотрим п. Конструкция установки горловины ст. 13

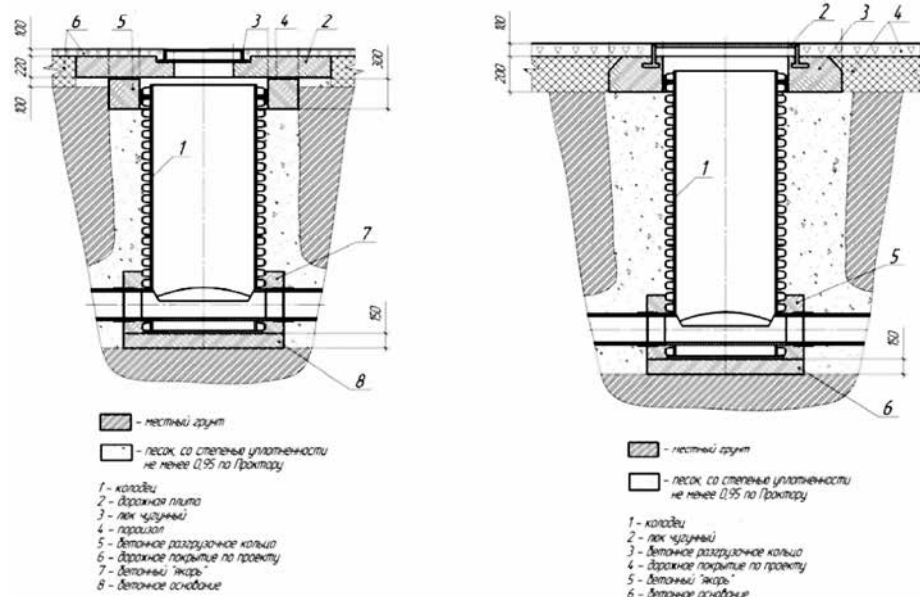


Рисунок 25 – Монтаж колодцев

10. Конструктивные решения при установке колодцев

10.1. Выбор и установка люков

Люки колодцев должны соответствовать ГОСТ 3634-99 «Люки смотровых колодцев и дождеприёмники ливневочных колодцев» (EN 124-1994). В этом нормативном документе указана классификация люков в зависимости от места их установки и соответствующей нагрузки. Выбор соответствующего класса должен осуществляться проектирующей организацией. В случаях, вызывающих сомнения, должен выбираться более высокий класс.

Тип люка выбирают в зависимости от места его установки и соответствующей нагрузки. Основные параметры и размеры люков, их места установки указаны в табл. 8.

Таблица 8

Типы, основные параметры и размеры люков.

Тип (обозначение по EN 124)	Наименование	Нагрузка номинальная, кН	Полное открытие D, не менее, мм	Глубина установки крышки в корпусе h, не менее, мм	Масса общая, кг	Рекомендуемое место установки
ЛМ*(A15)	Легкий малогабаритный люк	15	450	20	45	Зона зеленых насаждений, пешеходная зона
Л(A15)	Легкий люк	15	550	20	60	
С(B125)	Средний люк	125	550	25	95	Автостоянки, тротуары и проезжая часть городских парков
Т(C250)	Тяжелый люк	250	550	35	120	Городские автомобильные дороги с интенсивным движением
ТМ(Д400)	Тяжелый магистральный люк	400	550	50	140	Магистральные дороги
СТ(E600)	Сверхтяжелый люк	600	550	60	155	Зоны высоких нагрузок (аэродромы, доки)
Р	Ремонтная вставка	125,250	550	25, 35	35	Корпуса люков типов С(B125) и Т(C250) при ремонтных работах на дорогах (при наращивании высоты дорожного полотна)

* Для подземных коммуникаций с глубиной канала до 600 мм от наружной поверхности крышки.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

В зоне зелёных насаждений, на тротуарах и пешеходных дорожках (кроме автодорог и автострад) могут использоваться люки:

- полимерные,
- полимерно-композитные,
- резиновые,
- бетонные,
- пластиковые,
- композитные.

Запрещается устанавливать люки на горловину колодца. Для установки люков применяются опорные (разгрузочные) кольца.

10.2. Выбор и установка дождеприёмника

Типы, основные параметры дождеприёмников, их места установки указаны в табл. 9.

Таблица 9

Типы дождеприёмников.

Тип (обозначение по EN 124)	Наименование	Нагрузка номинальная, кН	Площадь живого сечения S, не менее, м²	Глубина установки решетки в корпусе h, не менее, мм	Масса, кг	Рекомендуемое место установки
Д(А15)	Дождеприёмник малый	15	0,05	20	30	Пешеходная зона
ДБ1*	Дождеприёмник большой	125	0,075	35	50	Автостоянки и проезжая часть городских автодорог
Д Б 2 * * (В125)			0,15		85	
ДМ1	Дождеприёмник магистральный	250	0,075	35	60	Магистральные автомобильные дороги с интенсивным движением
Д М 2 (С250)			0,15		100	
ДС1	Дождеприёмник сверхтяжёлый	400	0,075	50	80	Зона высоких нагрузок (аэродромы, доки)
Р			0,15		130	

В строительстве сетей ливневой канализации с использованием колодцев из полимеров рекомендуется применять дождеприёмные люки, примерная конструкция которых представлена на рис. 26.

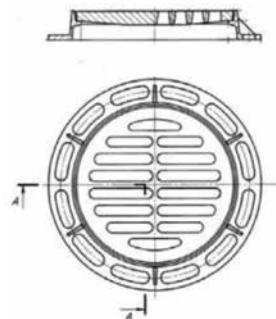


Рисунок 26 – Дождеприёмник

10.3. Врезка патрубков по месту

10.3.1. В некоторых случаях на строительной площадке необходимо произвести дополнительное присоединение трубы к колодцу. Для решения данной проблемы рекомендуется использовать врезные полумуфты (рис. 29) в комплекте с резиновым уплотнением (рис. 30)

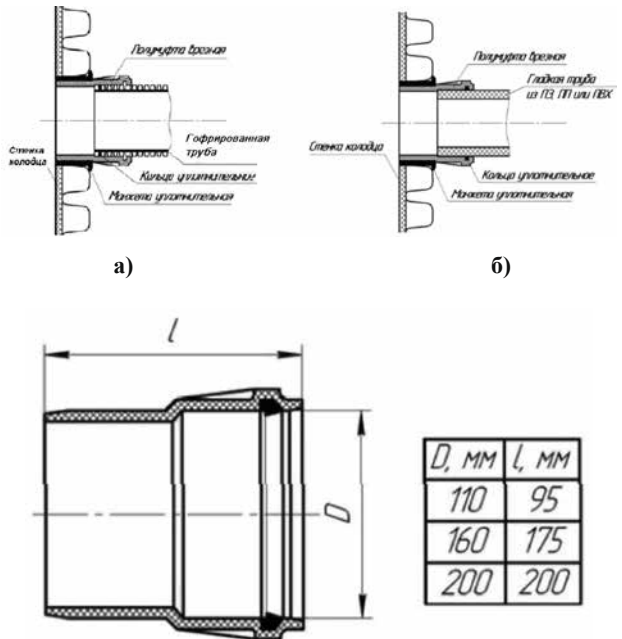


Рисунок 29 – Врезная полумуфта

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

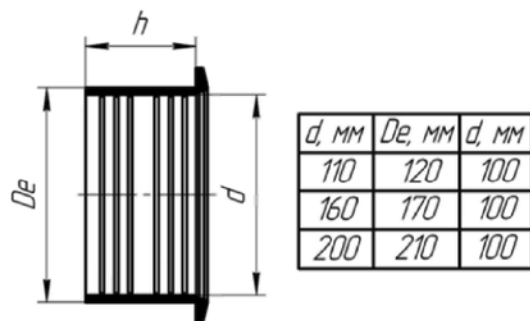


Рисунок 30 – Уплотнительная манжета

Номинальные наружные диаметры подключаемых трубопроводов: ПО, 160 и 200 мм.

Монтаж такого соединения производится следующим образом:

- специальной коронной фрезой вырезается отверстие необходимого диаметра;
- в отверстие устанавливается уплотнительная манжета;
- внутренняя поверхность манжеты и внешняя поверхность полумуфты смазывается герметизирующей смазкой;
- полумуфта вставляется в манжету.

После этих операций производится стандартное присоединение трубы к колодцу через резиновое уплотнительное кольцо. Помимо гофрированных труб, через врезную полумуфту осуществляется подключение гладких труб из ПЭ, ПП и ПВХ. Данное решение особенно эффективно при строительстве дренажных систем. Возможно подключение труб без использования полумуфты.

10.3.2. Присоединение труб ВЧШГ, асбестоцементных, керамических, стеклопластиковых производится следующим образом (см. рис. 30 а):

- специальной коронной фрезой вырезается отверстие необходимого диаметра;
- в отверстие устанавливается уплотнительная манжета;
- внутренняя поверхность манжеты герметизирующей смазкой;
- присоединение трубы к колодцу.

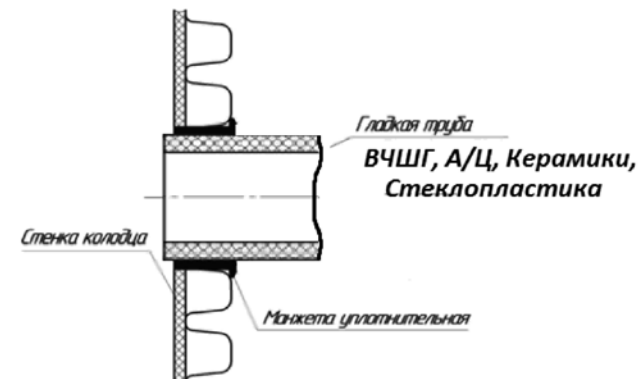


Рисунок 30 а – Узел присоединения различных труб к шахте колодца

10.3.3. Соединение патрубков (по ГОСТ 18599-2001) колодца со старыми трубами из других материалов (асбестоцементные, ВЧШГ, стеклопластиковые и т. д.) производится с помощью обжимных муфт или обжимных фланцев (рис. 30 б)

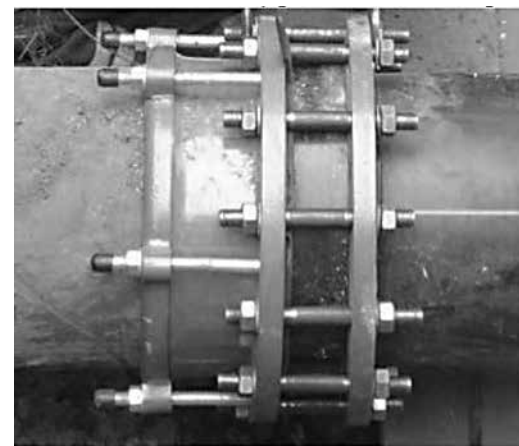


Рисунок 30 б – Соединение патрубков колодца со старыми трубами из других материалов

Обжимные муфты и фланцы изготавливаются диаметрами от 50 до 1000 мм и более, применяются в сетях давлениями в 10 и 16 атмосфер.

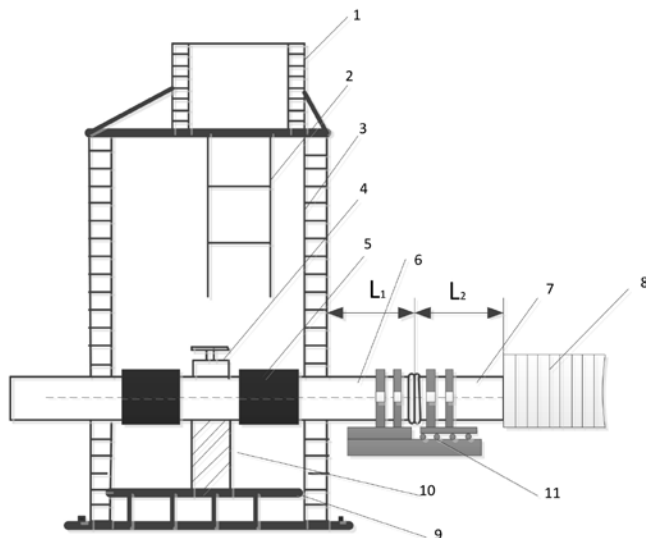
10.3.4. Соединение трубы в футляре с колодцем

1) Соединение трубы в футляре с патрубком колодца.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Соединение проводится методом сварки встык. Для соблюдения технологического процесса сварки и размещения сварочного оборудования, конец подводящей трубы должен быть свободным (без футляра см. рис. 30 в, табл. 8 а). При сварке встык выполняются все требования нормативных документов предъявляемые к данному технологическому процессу.



1 – горловина, 2 – лестница, 3 – шахта (рабочая камера), 4 – задвижка, 5 – электросварная муфта, 6 – патрубок, 7 – свободный конец подводящей трубы (без футляра), 8 – футляр, 9 – усиленное днище колодца, 10 – упор, 11 – сварочное оборудование.

Рисунок 30 в – Схема соединения трубы в футляре.

Таблица 1

Длина свободной части патрубков и свободных концов подводящей трубы (без футляра)

Номинальный наружный диаметр d_n патрубка	Длина свободной части патрубка L_1 , не менее	Длина свободного конца патрубка L_2 , не менее
160–180	180	180
200–225	225	225
250–280	280	280
315–450	450	450
500–800	800	800
900–1000	1000	1000

2) Соединение с помощью врезки п. п. 10.3.1.

Длина свободного конца (без футляра) должна быть минимальна, но при этом не должна усложнять процесс врезки.

10.4. Установка запорной арматуры и фасонных частей

При размещении внутри колодца оборудования и фасонных частей нужно учитывать требования СП 31.13330.2012

Согласно п.п. 11.61 СП 31.13330.2012 «При определении размеров колодцев минимальные расстояния до внутренних поверхностей колодца следует принимать:

- от стенок труб при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м, от 500 до 600 мм – 0,5 м, более 600 мм – 0,7 м;
- от плоскости фланца при диаметре труб до 400 мм – 0,3 м, более 400 мм – 0,5 м;
- от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м, более 300 мм – 0,5 м;
- от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм – 0,25 м, от 500 до 600 мм – 0,3 м, более 600 мм – 0,35 м;
- от верха штока задвижки с выдвижным шпинделем – 0,3 м, от маховика задвижки с невыдвижным шпинделем – 0,5 м.

Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м.

При размещении в колодце пожарного гидранта должна обеспечиваться возможность установки в нем пожарной колонки».

В сетях водоснабжения и напорной канализации колодцы чаще всего используются для установки в них запорной арматуры (задвижек, шаровых кранов и т.д.). При этом возникает необходимость надёжного крепления запорной арматуры во избежание возможных её срывов в результате различных факторов. Для этого запорная арматура или её компоненты крепятся к дну колодца посредством специального постамент (рис. 31), при наличии бетонного лотка, анкерными болтами (рис. 32). При изготовлении бетонного лотка на месте можно использовать закладные элементы-шпильки, к которым потом будут крепиться хомуты, удерживающие арматуру.

Постамент изготавливается с учётом размеров элементов оборудования и габаритных размеров колодца. Лапки постамент крепятся к днищу колодца. Фиксация положения происходит за счёт прижима трубы к поверхности постамент хомутом через прокладку.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

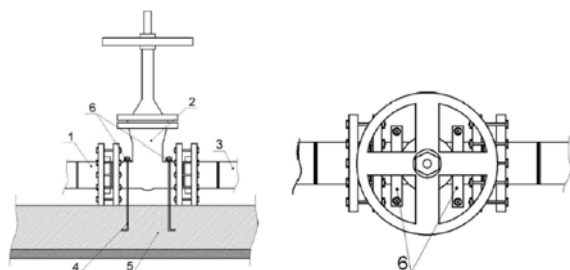
AK-001-54432486-2017

Лист

11



Рисунок 31 – Постамент для закрепления запорной арматуры



1 – втулка под фланец; 2 – задвижка; 3 – труба напорная; 4 – закладные элементы ГОСТ 24379.1-80; 5 – бетонное основание; 6 – прижимные элементы.

Рисунок 32 – Крепление задвижки с помощью закладных элементов

Также для надёжного крепления запорной арматуры применяются дополнительные опоры или вспомогательная опора. Вспомогательные опоры изготавливаются из полиэтиленового листа и крепятся к элементам конструкции колодца сваркой контактным нагревом ручными сварочными аппаратами. Фиксация трубопровода происходит за счёт упора элементов трубопровода в фигурные вырезы опоры. При необходимости полость между пластинами опоры заполняется бетоном.

11. Эксплуатация колодцев

Благодаря использованию современной техники стало возможным проведение таких эксплуатационных работ, как прочистка водой под давлением и телевизионный мониторинг. Данные работы производятся с поверхности с помощью спецтехники, исключая спуск человека в колодец. В настоящее время, в соответствии с требованиями европейских норм, рекомендуется, чтобы все работы, выполняемые в сетях канализации, принимая во внимание безопасность обслуживающего персонала, проводились с поверхности земли, даже если колодец предусматривает возможность спуска в него человека.

В настоящее время для прочистки трубопроводов в зависимости от степени зарастания сечения применяют следующие методы прочистки:

- водяной или гидромеханический – для труб диаметром до 100 мм при наличии неуплотнённых бугристых наносов;
- водо-воздушный – для трубопроводов диаметром до 200 мм при наличии неуплотнённых бугристых наносов на длине участка до 2000 м;
- прочистка с использованием высоконапорных устройств с вращательными головками – для трубопроводов диаметром до 300 мм на длине участка до 1000 м, а также для чистки трубопроводов диаметром до 750 мм от корней деревьев и кустарников.

Также могут использоваться методы прочистки с помощью резиновых пробок или отрезка полиэтиленовой трубы

12. Установка колодцев в особых условиях эксплуатации

При проектировании сетей канализации в особых условиях эксплуатации необходимо соблюдать требования СН-510-78 «Инструкция по проектированию сетей водоснабжения и канализации для районов распространения вечномерзлых грунтов».

13. Установка колодцев в вечномерзлых грунтах

В зависимости от изменения физико-механических свойств мерзлых грунтов при оттаивании, температурных режимов трубопроводных сетей и грунтов по трассе, а также температурного режима оснований зданий и сооружений, расположенных вблизи трубопроводов, надлежит принимать один из двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований:

- принцип I – вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего заданного периода эксплуатации;
- принцип II – вечномерзлые грунты основания используются в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

При проектировании сетей канализации для районов распространения вечномерзлых грунтов необходимо исходить из условия обеспечения:

- наименьшей трудоемкости строительства и эксплуатации сетей;
- применения оборудования и материалов, наиболее
- высокой надежности действия и долговечности;

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

- снижения веса оборудования и материалов;
- незамерзаемости жидкостей, транспортируемых по трубопроводам, при отклонениях теплового режима от нормы и в случаях аварий;
- организации четкого контроля за тепловыми режимами сетей.

Колодцы из термопластов полностью удовлетворяют данным условиям. При проектировании сетей канализации надлежит учитывать:

- тепловое воздействие трубопроводов и колодцев на основания близлежащих зданий и сооружений;
- опасность непосредственного теплового воздействия воды на мерзлые грунты при повреждениях трубопроводов и колодцев;
- изменение мерзлотно-грунтовых условий при освоении территории.

Мерзлотно-грунтовые условия участков строительства трубопроводных сетей характеризуются:

- распространением и залеганием вечномерзлых грунтов;
- составом, сложением и строением грунтов;
- мощностью сезоннопротаивающих и сезоннопромерзающих слоев грунта;
- температурным режимом грунтов;
- физико-механическими свойствами грунтов;
- мерзлотными процессами (пучение, наледи, трещинообразование);
- наличием грунтовых вод.

Проектирование сетей по принципу I следует принимать, когда:

- грунты характеризуются значительными осадками при оттаивании;
- оттаивание грунтов вокруг трубопровода и колодца влияет на устойчивость расположенных вблизи зданий и сооружений, строящихся с сохранением основания в мерзлом состоянии.

Проектирование сетей по принципу II следует принимать, когда:

- грунты характеризуются незначительными осадками на всю расчетную глубину оттаивания;
- здания и сооружения по трассе трубопроводов расположены на значительном расстоянии от трубопроводов или строящихся с допущением оттаивания вечномерзлых грунтов в их основаниях.

При проектировании колодцев для пучинистых грунтов надлежит предусматривать меры, исключаяющие «выталкивание» колодцев из грунта: обратную засыпку непучинистыми грунтами.

14. Установка колодцев в просадочных и пучинистых грунтах

При установке колодцев из ПЭ в просадочных и пучинистых грунтах необходимо соблюдать требования СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», пп.9.13–9.15 СНиП 2.04.0385 «Канализация. Наружные сети и сооружения» и СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».

Установка колодцев в просадочных и пучинистых грунтах.

Существует 2 типа грунтовых условий по просадочности:

I тип – грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см;

II тип – грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна их просадка от собственного веса и размер ее превышает 5 см.

Установка колодцев в грунтовых условиях I типа по просадочности осуществляется без учёта просадочности.

Для уменьшения величины возможной просадки в основании колодцев в грунтовых условиях II типа по просадочности необходимо осуществление следующих мероприятий:

– Грунты основания должны уплотняться тромбованием на глубину 1 м. Уплотнение грунта должно производиться до плотности скелета грунта не менее $1,65 \text{ тс/м}^3$, в соответствии с требованиями и указаниями раздела 3 СНиП 3.02.01-87.

– По уплотнённому основанию устраивается бетонная подготовка толщиной не менее 15 см из бетона марки не ниже В 7,5.

– Обратная засыпка должна производиться талым глинистым грунтом оптимальной влажности, определяемой по ГОСТ 22733-77, с послойным уплотнением равномерно по периметру слоями толщиной не более 20 см до степени уплотнённости по Проктору не менее 98 %.

– Не допускается выполнять обратную засыпку песчаным, крупнообломочным и другими дренирующими грунтами, а также переувлажнённым грунтом.

– Поверхность земли вокруг люков колодцев должна быть спланирована с уклоном 0,03 от колодца на 0,3 м шире пазух. На спланированной поверхности устраивается отмостка.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

При проектировании канализационных и водоотводящих сетей, прокладываемых в пучинистых грунтах, следует учитывать возможность:

- набухания этих грунтов за счет подъема уровня подземных вод или инфильтрации – увлажнения грунтов производственными или поверхностными водами;

- набухания за счет накопления влаги под сооружениями в ограниченной по глубине зоне вследствие нарушения природных условий испарения при застройке и асфальтировании территории (экранирование поверхности);

- набухания и усадки грунта в верхней части зоны аэрации – за счет изменения водно-теплового режима (сезонных климатических факторов);

- усадки за счет высыхания от воздействия тепловых источников.

При этом должны предусматриваться следующие мероприятия в соответствии с указаниями пп. 2.67-2.71 СНиП 2.02.01-83:

- применение компенсирующих песчаных подушек;

- полная или частичная замена слоя пучинистого грунта непучинистым;

15. Ремонт колодцев

Повреждения колодцев из термопластов могут возникнуть из-за ряда причин:

- нарушение условий хранения в соответствии с ГОСТ 15150;

- неправильный выбор материала колодцев для конкретных условий строительства, отвечающих фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на колодец в процессе эксплуатации;

- несоблюдение технологии ведения работ по установке колодца и монтажу оборудования;

- нарушение технологии производства работ в колодцах.

Ремонт колодцев из полиэтилена производится заменой отдельных или всех его деталей.

При незначительных повреждениях допускается производить ремонт колодцев с помощью ручного экструдера.

Восстановление изношенных ж.б. колодцев с помощью колодцев из термопластов.

Колодцы часто являются самым большим источником утечек в канализационной сети. Поэтому целесообразно одновременно с реконструкцией канализационного коллектора произвести восстановление бетонных или кирпичных колодцев с помощью колодцев из ПЭ. Восстановленный таким образом колодец обретает полную герметичность и лучшие гидравлические свойства.

Обычно нет необходимости выкапывать или разрушать старый бетонный или кирпичный колодец для монтажа нового, за исключением тех случаев, когда он находится в таком изношенном состоянии, что установка нового невозможна без риска для жизни и здоровья монтажников.

Технология и последовательность ведения работ.

При необходимости днище старого колодца разрушается и заглубляется. На дне выстраивается бетонное основание толщиной не менее 15 см. На подготовленное основание устанавливается колодец из термопласта. Производится подключение трубопроводов. Для бетонирования рекомендуется использовать бетон с классом твердости К30. Далее сооружается перекрытие колодца.

В случае, когда для восстановления колодца используется колодец из ПЭ близкий по диаметру (разность внутреннего диаметра бетонного колодца и внешнего диаметра колодца из термопласта не более 150 мм), зазор между камерами рекомендуется залить бетоном по всему периметру. При этом перед восстановлением необходимо произвести прочистку изношенного колодца струей воды под давлением.

Примерные схемы восстановления изношенных колодцев приведены на рис. 33.

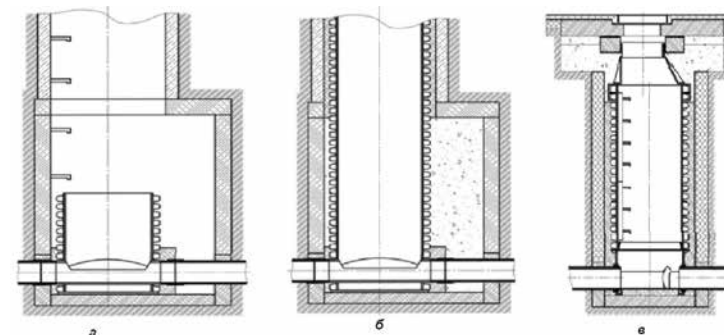


Рисунок 33 – а – восстановленный смотровой бетонный колодец, б – восстановленный инспекционный бетонный колодец, в – восстановленный кирпичный колодец.

16. Требования по безопасности при транспортировании, хранении, установке и эксплуатации колодцев из ПЭ и ПП

16.1. Детали и заготовки, применяемые для изготовления колодцев, изготовлены из полиэтилена и полипропилена. Полиэтилен и полипропилен относятся к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

Полиэтилен и полипропилен – горючие материалы по ГОСТ 12.1.044, температура воспламенения аэрозоля полиэтилена не ниже 300°С, температура самовоспламенения не ниже 380°С, изделия из полиэтилена и полипропилена взрывобезопасны.

В случае пожара тушение горящих изделий из полиэтилена и полипропилена проводят распыленной водой со смачивателем, огнетушащими составами (средствами), двуокисью углерода, пеной, порошком, песком, кошмой. Тушить возгорание необходимо в противогазах марки В по ГОСТ 12.4.121.

При хранении и эксплуатации элементы трубопроводов из полиэтилена/полипропилена не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают при непосредственном контакте влияния на организм человека.

Безопасность технологического процесса при производстве изделий из полиэтилена/полипропилена должна соответствовать ГОСТ 12.3.030.

При нагревании полиэтилена и полипропилена при переработке или сварке возможно выделение в воздух летучих продуктов термоокислительной деградации, предельно допустимые концентрации которых в воздухе рабочей зоны производственных помещений должно соответствовать ГН 2.2.5.1313 и классу опасности по ГОСТ 12.1.007 приведены в табл. 9.

Таблица 9

Класс опасности

Наименование продукта	Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны, мг/м³	Класс опасности	Действие на организм
Формальдегид	0,5	2	Вызывает раздражение слизистых оболочек глаз, дыхательных путей. Сенсибилизирует кожу
Ацетальдегид	5	3	Вызывает раздражение слизистых оболочек
Углерода оксид	20	4	Вызывает головокружение, чувство слабости, шум в ушах
Органические кислоты (в пересчете на уксусную кислоту)	5	3	Раздражает кожу, слизистые оболочки верхних дыхательных путей
Аэрозоль полиэтилена/полипропилена	10	4	При попадании в легкие вызывает вялотекущие фиброзные изменения

С целью предотвращения загрязнения атмосферы в процессе изготовления колодцев и их деталей из полиэтилена и полипропилена необходимо соблюдать требования ГОСТ 17.2.3.02.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) полиэтилена в атмосферном воздухе населенных мест в соответствии с гигиеническими нормами составляет 1 мг/м³.

Образующиеся при производстве колодцев из полиэтилена/полипропилена твердые отходы не токсичны, обезвреживания не требуют, подлежат переработке. Непригодные для переработки отходы подлежат уничтожению в соответствии с санитарными правилами, предусматривающими порядок накопления, транспортирования и захоронения промышленных отходов.

16.2. В соответствии с СП 49.13330, выполнение любых работ в колодцах требует наряд допуск. Колодцы должны быть закрыты крышками, щитами или ограждены. В темное время суток указанные ограждения должны быть освещены электрическими сигнальными лампочками напряжением не выше 42 В.

Перед началом выполнения работ в колодцах, где возможно появление вредного газа, необходимо провести анализ воздушной среды в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005.

При появлении вредных газов производство работ в данном месте следует остановить и продолжить их только после обеспечения рабочих мест вентиляцией (проветривание) или применения рабочим персоналом необходимых средств индивидуальной защиты.

Рабочий персонал в местах с возможным появлением газа должен быть обеспечен защитными средствами (противогазами).

Во время работ внутри колодца, для предотвращения скольжения, рабочие должны иметь обувь с прорезиненной подошвой.

При проведении огневых работ исключить непосредственный контакт открытого огня с шахтой колодца и полимерных конструкции.

17. Транспортирование и хранение

Транспортирование колодцев производят любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов и техническими условиями размещения и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта.

Перемещение и погрузка колодца, установленного на поддоне в вертикальном положении, осуществляют с помощью вилочного погрузчика.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Погрузочно-разгрузочные работы для транспортирования колодца в горизонтальном положении рекомендуется производить как показано на рис. 34.

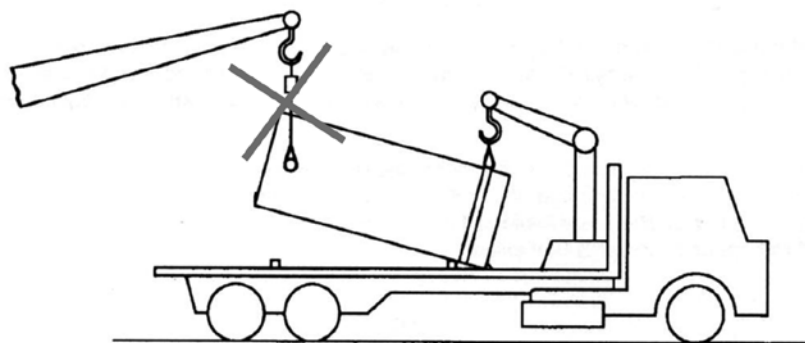


Рисунок 34 – Погрузочно-разгрузочные работы колодца.

Запрещается производить зачаливание колодца за патрубки.

При транспортировании колодец необходимо устанавливать вертикально на ровную поверхность транспортных средств, предохраняя от острых металлических углов и ребер платформы.

Колодец должен быть надежно закреплен с помощью мягких строп для исключения вертикальных или горизонтальных перемещений.

При транспортировании следует избегать ударных нагрузок, вызванных плохим состоянием дорожного покрытия и высокой скоростью.

Транспортировании колодцев при окружающей температуре ниже 5°С осуществляют после консультации с изготовителем.

Изделия должны храниться в вертикальном положении на ровных и массивных основаниях под навесами или на открытых площадках.

Условия хранения по ГОСТ 15150, раздел 10: условия 5 (ОЖ4) – навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом, условия 8 (ОЖ3) – открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом.

Колодцы при длительном хранении следует защищать от воздействия прямых солнечных лучей.

Колодцы при хранении закрывают для предотвращения сбора внутри их атмосферных осадков.

Условия хранения должны исключать возможность механического повреждения или деформирования колодцев.

18. Расчёт колодцев из термопластов

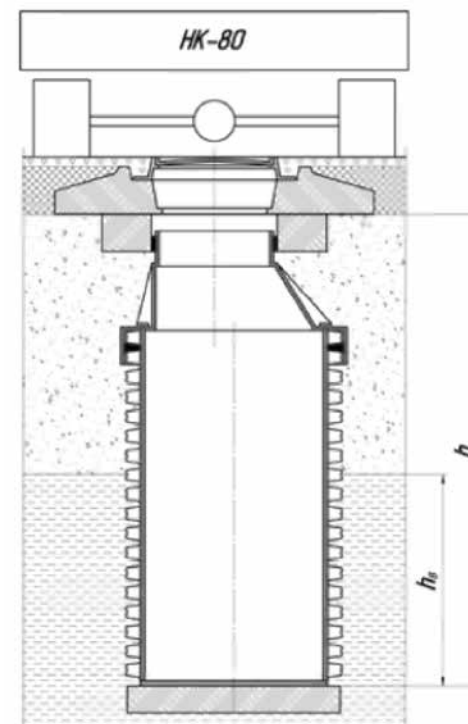
Колодцы из термопластов следует рассчитывать на прочность и устойчивость к внешним нагрузкам. Прочностной расчёт следует вести для самых тяжёлых условий эксплуатации колодца:

- воздействие транспортной нагрузки НК-80
- уровень грунтовых вод – до верха траншеи

Помимо этого, ввиду такого свойства термопласта, как плавучесть, при уровне грунтовых вод выше днища колодца следует производить расчёт колодцев на всплытие, в котором необходимо рассчитать массу бетонного «якоря», необходимую для предотвращения всплытия.

Методика расчёта колодцев из термопластов на прочность и устойчивость к внешним нагрузкам.

Расчёты выполняются в соответствии с требованиями СНиП 2.09.03-85, СНиП 2.05.03-84, СНиП 2.02.01-83 и СНиП 2.01.07-85.



Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

Запишем условие прочности:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1)$$

Напряжение в стенке шахты колодца от действия внешних нагрузок:

$$\sigma = \sum p_h \cdot \frac{R}{S}, \text{ МПа}, \quad (2)$$

где: $\sum p_h$ – суммарное давление от действия внешних нагрузок, МПа

R – радиус шахты колодца, м;

S – толщины стенки шахты колодца, м;

Суммарное давление от действия внешних нагрузок:

$$\sum p_h = k_s^n + p_{hy} + k_w^n + p_{hw} + k_g + p_{hg}, \text{ МПа}, \quad (3)$$

где: $k_s^n - 1,2$ – коэффициент запаса по нагрузке от веса грунта;

$k_w^n - 1,1$ – коэффициент запаса по нагрузке от давления грунтовых вод;

$k_g - 1$ – коэффициент запаса по нагрузке от транспорта;

Подставим все полученные выражения в неравенство (1). Теперь условие прочности примет окончательный вид:

$$(k_s^n \cdot p_{hy} + k_w^n \cdot p_{hw} + k_g \cdot p_{hg}) \cdot \frac{R}{S} \leq m \cdot \sigma_T \quad (4)$$

Активное горизонтальное давление грунта :

$$p_{hy} = \gamma_{sp} \cdot h \cdot \tau_n, \text{ МПа}, \quad (5)$$

где: γ_s^n, γ_w^n – удельный вес соответственно скелета грунта и воды;

$e = 0,68$ – коэффициент пористости грунта;

h – глубина заложения колодца, м

$$\gamma_{sp} = \gamma_s^n - \gamma_w^n / 1 + e - \text{объемный вес грунта, кН/м}^3 \quad (6)$$

Для песчаных грунтов средней крупности = 19 кН/м³

Коэффициент нормативного бокового давления грунта:

$$\tau_n = \lg^2 (45^\circ - \varphi/2), \quad (7)$$

где: φ – угол внутреннего трения грунта. Для песчаных грунтов средней крупности:

$$\varphi = 0,82 \cdot \varphi_n = 0,82 \cdot 38 = 30^\circ$$

Давление от транспорта:

В качестве транспортной нагрузки в расчете следует принимать нормативную колесную нагрузку НК-80 (нагрузка от четырехосного колесного транспорта, создающего усилие 785 кН).

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a \cdot b} \cdot \tau_n, \text{ МПа} \quad (8)$$

$$\text{где: } a = 3,8 + 2 \cdot \delta, \text{ м} \quad (9)$$

a – длина площади транспортной нагрузки на глубине h ;

$$b = 3,5 + 2 \cdot \delta, \text{ м} \quad (10)$$

b – ширина площади транспортной нагрузки на глубину h ;

$$\delta = \lg \theta, \text{ м} \quad (11)$$

где: h – глубина заложения колодца, м;

$\theta = 45^\circ - \varphi/2 = 30^\circ$ – угол наклона плоскости скольжения грунта по вертикали;

Давление грунтовых вод:

$$p_{hw} = \gamma_b \cdot h_b, \text{ МПа} \quad (12)$$

где: $\gamma_b = 10 \text{ кН/м}^3$ – объемный вес воды;

h_b – высота столбца воды, м.

Максимальные допустимые напряжения в стенке шахты колодца:

$$[\sigma] = m \cdot \sigma_T, \text{ МПа}, \quad (13)$$

где: $m = 0,8$ – коэффициент условий работы колодца;

$\sigma_T = 20 \text{ МПа}$ – предел текучести на растяжение-сжатие термопласта (ПЭ и ПП).

Все полученные значения подставляем в неравенство (4) и проверяем его справедливость.

Данный расчёт следует произвести для двух опасных сечений шахты колодца:

– верха шахты, где наиболее высокая концентрация напряжений от транспортной нагрузки;

– низа шахты, где наиболее высокая концентрация напряжений от грунтовой нагрузки.

Помимо этого, рекомендуется производить расчёт хотя бы одного произвольного по высоте сечения.

Пример расчета колодца.

Условия расчёта: колодец сварной изготовлен согласно ТУ 2248-023-54432486-2013 из гофрированной двухслойной полиэтиленовой трубы номинальным внутренним диаметром $d_n = 1200 \text{ мм}$, класс кольцевой жесткости SN4. Высота шахты 6 м. Высота от верха шахты колодца до верха дорожного покрытия 0,5 м. Принята для расчёта нормативная транспортная нагрузка НК-80. Материал обсыпки колодца – песок средней крупности ($\gamma_{гр} = 12 \text{ кН/м}^3$). Уровень грунтовых вод – 4 м от дна шахты.

Нам необходимо обеспечить условие прочности (4), то есть:

$$(k_s^n \cdot p_{hy} + k_w^n \cdot p_{hw} + k_g \cdot p_{hg}) \cdot \frac{R}{S} \leq m \cdot \sigma_T$$

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11

Выполняем расчёты для различных уровней шахты колодца

1). Для низа шахты ($h = 6,5$ м).

Вычисляем активное горизонтальное давление грунта по формуле (5):

$$p_{hy} = \gamma_{гр} * h * \tau_n = 12 * 6,5 * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 26 \text{ кН/м}^2 = 0,026 \text{ МПа},$$

Давление от транспорта вычисляем по формуле (8)

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a * b} * \tau_n = \frac{0,785}{11,306 * 11,006} * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,002$$

$$a = 3,8 + 2 * \delta = 3,8 + 2 * 3,753 = 11,306 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 * \delta = 3,5 + 2 * 3,753 = 11,006 \text{ м}$$

$$\text{где } \delta = h * \text{tg} \theta = 6,5 * \text{tg} 30^\circ = 3,753 \text{ м}$$

Давление грунтовых вод вычисляем по формуле (12)

$$P_{hw} = \gamma_w * h_w = 10 * 4 = 40 \text{ кН/м}^2 = 0,04 \text{ МПа}$$

Подставляем полученные значения в условие прочности (4), предварительно определив радиус шахты колодца:

$$\text{Толщина стенки шахты колодца } S = 0,0061 \text{ м, тогда } R = 0,6061 \text{ м}$$

$$(1,2 * 0,026 + 1,0 * 0,002 + 1,1 * 0,04) * \frac{0,6061}{0,0061} \leq 0,8 * 20$$

$$\text{Или окончательно: } 7,5 \leq 16$$

Условие прочности выполняется.

2) Для верха шахты ($h = 0,5$ м).

Вычисляем активное горизонтальное давление грунта по формуле (5):

$$p_{hy} = \gamma_{гр} * h * \tau_n = 12 * 0,5 * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 3,17 \text{ кН/м}^2 = 0,003 \text{ МПа},$$

Давление от транспорта вычисляем по формуле (8)

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a * b} * \tau_n = \frac{0,785}{7,84 * 7,54} * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,004$$

$$a = 3,8 + 2 * \delta = 3,8 + 2 * 0,289 = 11,306 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 * \delta = 3,5 + 2 * 0,289 = 11,006 \text{ м}$$

$$\text{где } \delta = h * \text{tg} \theta = 0,5 * \text{tg} 30^\circ = 0,289 \text{ м}$$

Давление грунтовых вод вычисляем по формуле (12). Так как уровень грунтовых вод значительно ниже уровня рассчитываемого сечения шахты, то в данном случае значением P_{hw} можно пренебречь.

Подставляем полученные значения в условие прочности (4):

$$(1,2 * 0,014 + 1,0 * 0,004 + 1,1 * 0,01) * \frac{0,6061}{0,0061} \leq 0,8 * 20$$

$$\text{Или окончательно: } 1,82 \leq 16$$

Условие прочности выполняется.

3) Для произвольно выбранного сечения шахты ($h = 3,5$ м).

Вычисляем активное горизонтальное давление грунта по формуле (5):

$$p_{hy} = \gamma_{гр} * h * \tau_n = 12 * 3,5 * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 14 \text{ кН/м}^2 = 0,014 \text{ МПа},$$

Давление от транспорта вычисляем по формуле (8)

$$p_{hg} = \frac{0,785}{a * b} * \tau_n = \frac{0,785}{7,84 * 7,54} * \text{tg}^2(45^\circ - 30^\circ/2) = 0,004$$

$$a = 3,8 + 2 * \delta = 3,8 + 2 * 2,02 = 7,84 \text{ м}$$

$$b = 3,5 + 2 * \delta = 3,5 + 2 * 2,02 = 7,54 \text{ м}$$

$$\text{где } \delta = h * \text{tg} \theta = 3,5 * \text{tg} 30^\circ = 2,02 \text{ м}$$

Давление грунтовых вод вычисляем по формуле (12)

$$P_{hw} = \gamma_w * h_w = 10 * 1 = 40 \text{ кН/м}^2 = 0,01 \text{ МПа}$$

Давление грунтовых вод вычисляем по формуле (12). Так как уровень грунтовых вод значительно ниже уровня рассчитываемого сечения шахты, то в данном случае значением P_{hw} можно пренебречь.

Подставляем полученные значения в условие прочности (4) :

$$(1,2 * 0,014 + 1,0 * 0,004 + 1,1 * 0,01) * \frac{0,6061}{0,0061} \leq 0,8 * 20$$

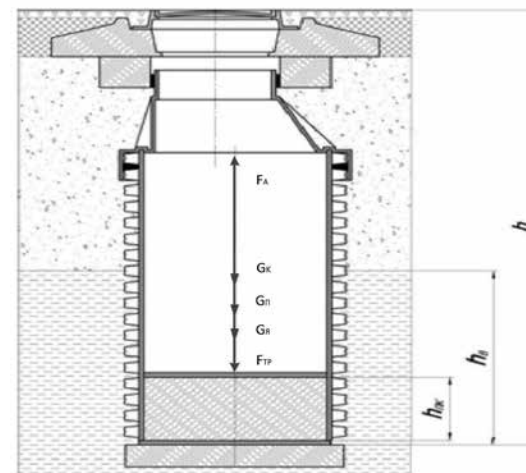
$$\text{Или окончательно: } 3,11 \leq 16$$

Условие прочности выполняется.

Методика расчёта колодцев из ПЭ и ПП на всплытие.

На колодец действуют следующие силы: выталкивающая сила F_a , сила трения стенки колодца о грунт F_T , а также собственный вес колодца, вес бетонного «якоря», вес опорной плиты при её наличии.

Схема для расчета



Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Принимается, что при всплытии колодец движется равномерно без ускорения, значит сумма всех действующих на него сил равна нулю:

$$F_A + F_{TP} + G_K + G_{Я} + G_{II} = 0 \quad (14)$$

В проекции на ось ОУ:

$$F_A - F_{TP} - G_K - G_{Я} - G_{II} = 0 \quad (15)$$

Отсюда теоретическая сила трения:

$$F_{TP} = F_A - F_{TP} - G_K - G_{Я} - G_{II} \quad (16)$$

Выталкивающая сила:

$$F_A = P_B * G * V_K \quad (17)$$

Объем колодца, погруженный в воду:

$$V_K = \frac{\pi * D^2}{4} * h \quad (18)$$

Окончательно запишем:

$$F_a = p_b * g * \frac{\pi * D^2}{4} * h \quad (19)$$

Сила трения, препятствующая всплытию колодца

$$F_{TP} = \mu * p_{hy} * S \quad (20)$$

Значение объемного веса грунта у следует принять условием

Коэффициент трения:

$$\mu = \operatorname{tg} \varphi \quad (21)$$

Активное горизонтальное давление грунта:

$$p_{hy} = \gamma_{cp} * h * \tau_n, \text{ МПа}, \quad (22)$$

его взвешенного в воде состояния. Для песчаных грунтов средней крупности

$$\gamma_{cp} = 12 \text{ кН/м}^3.$$

Коэффициент нормативного бокового давления грунта:

$$\tau_n = \operatorname{tg}^2 (45 - \varphi/2), \quad (23)$$

где: φ – угол внутреннего трения грунта. Для песчаных грунтов средней крупности

$$\varphi = 0,82 * \varphi_n = 0,82 * 38 = 30^\circ$$

Площадь воздействия силы трения:

$$S = \pi * D * h \quad (24)$$

Окончательно запишем:

$$F_{TP} = \gamma_{cp} * h^2 * \pi * D * \operatorname{tg}^2 (45 - \varphi/2) * \operatorname{tg} \varphi \quad (25)$$

Вес колодца:

$$G_k = m_k * g \quad (26)$$

Вес бетонного «якоря»:

$$G_{Я} = m_{Я} * g \quad (27)$$

Вес опорной плиты:

$$G_n = m_n * g \quad (28)$$

Введем понятия коэффициента запаса по устойчивости на всплытие. Он равен отношению значений расчетной силы трения к теоретической:

$$n * \frac{F_{TP}^P}{F_{TP}^T} = \frac{F_{TP}}{F_A - G_K - G_{Я} - G_{II}} = \frac{\gamma_{cp} * h^2 * \pi * D * \operatorname{tg}^2 (45 - \frac{\varphi}{2}) * \operatorname{tg} \varphi}{p_b * g * \frac{\pi * D^2}{4} * h - m_k * g - m_{Я} * g - m_n * g}$$

Для предотвращения всплытия колодца $n = 1, 2 \dots 1, 5$. Принимаем среднее значение $n = 1,35$.

Теперь определим массу бетонного якоря, необходимого для предотвращения всплытия колодца:

$$m_{Я} * g \geq p_b * g * \frac{\pi * D^2}{4} * h - \frac{(\gamma_{cp} * h * h_{mp} * \pi * D * \operatorname{tg}^2 (45 - \frac{\varphi}{2}) * \operatorname{tg} \varphi)}{n} - m_k * g - m_n * g \quad (29)$$

Пример расчета пластмассового колодца на всплытие

Колодец 1400/ OD1590

Высота колодца 2 м, высота грунтовых вод 2 м.

Масса колодца

$m_k = 300 \text{ кг}$

Масса плиты – 600 кг

Обсыпка производится песчаными грунтами.

Коэффициент запаса по устойчивости на всплытие – 1,35

Плотность бетона – 1600

Подставим значения в формулу (29)

$$m_{Я} * 9,8 \geq 1000 * 9,8 * \frac{3,14 * 1,59^2}{4} * 2 - \frac{12000 * 2 * 3,14 * 1,59 * 0,333 * 0,570}{1,35} - 2940 - 5880$$

$$m_{Я} \geq \frac{9397}{9,8} = 987 \text{ кг}$$

Масса якоря (пригруза) равна 987 кг.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата

AK-001-54432486-2017

Лист

11