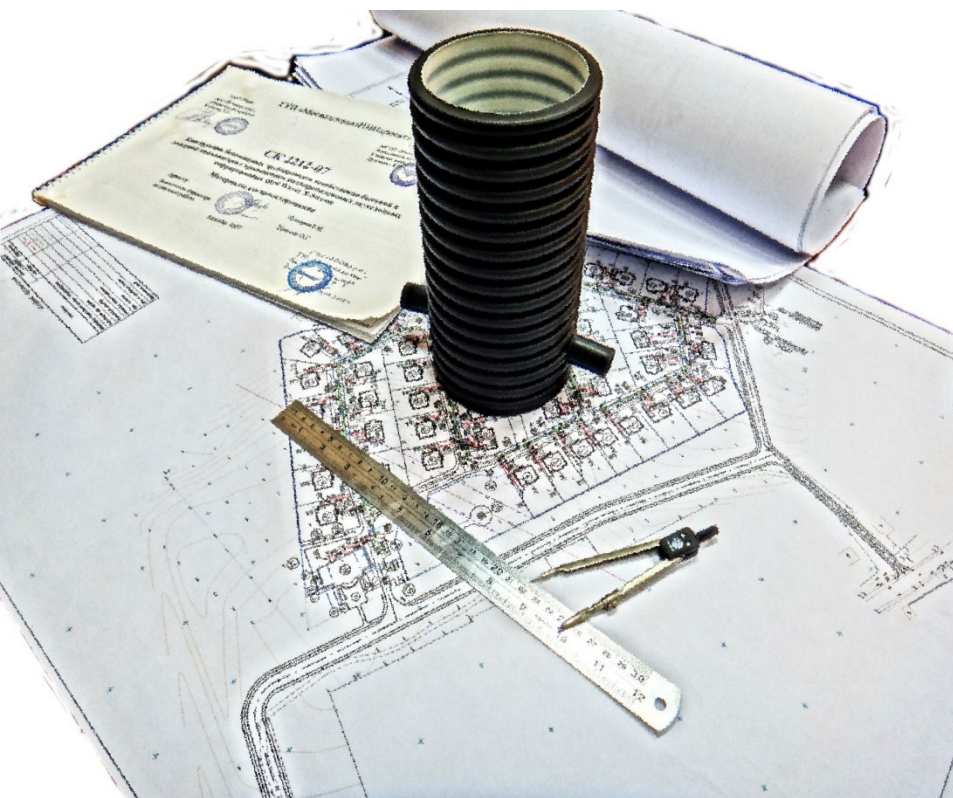


Кабельные колодцы МПМ: проектирование

2024

Рекомендации, типовые
решения



МПМ v.K15П

31.05.2024

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ КОЛОДЦА	4
1.1. ШАХТА	5
1.2. ДНО (ИЛИ БАЗА)	6
1.3. ГОРЛОВИНА (КОНУС)	7
1.4. ПАТРУБКИ	9
1.5. ЛЕСТНИЦА (СТРЕМЯНКА)	12
1.6. ВЫБОР ТИПА И РАЗМЕРОВ КОЛОДЦА	13
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КАБЕЛЬНЫХ КОЛОДЦЕВ МПМ	14
2.1. МАЛЫЕ КОЛОДЦЫ КАБЕЛЬНЫЕ ТИПА МПМ-КС (КОД, КС-1,2 ИЛИ 3)	14
2.2. КОЛОДЦЫ КАБЕЛЬНЫЕ СРЕДНЕРАЗМЕРНЫЕ ТИПА МПМ-ККС	16
2.3. БОЛЬШЕРАЗМЕРНЫЕ КОЛОДЦЫ КАБЕЛЬНЫЕ ТИПА МПМ-ККТ	18
2.4. КОЛОДЦЫ ТРАНСПОЗИЦИИ МПМ-КТ	20
2.5. КАБЕЛЬНЫЕ БЛОКИ И КАБЕЛЬНЫЕ ВВОДЫ	22
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОЛОДЦЕВ (ОПЦИОНАЛЬНО)	23
3.1. ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ЛЮКИ	23
3.2. ПОЛИМЕР-ПЕСЧАНЫЕ И ЧУГУННЫЕ ЛЮКИ	23
3.3. НИЖНЯЯ (ВТОРАЯ) ЗАЩИТНАЯ КРЫШКА	24
3.4. ПОЛИМЕРНЫЕ КРЫШКИ	25
3.5. КАБЕЛЬНЫЕ ПОЛКИ, СТОЙКИ, КОНСОЛИ	26
3.6. УСТАНОВКА УПЛОТНИТЕЛЕЙ КАБЕЛЬНОГО ВВОДА	27
3.7. УСТАНОВКА ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫХ ТРУБОК (МУФТ)	27
3.8. МОНТАЖНЫЕ ЩИТЫ, ШКАФЫ	27
3.9. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРУТУШЕНИЯ	28
РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ВНЕШНИМ НАГРУЗКАМ	30
РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛОДЦА К ВСПЛЫТИЮ	31
6.1. МЕТОДИКА 1. (ФГБОУ ВПО МГУП, ГУП «ЛЕНИГИПРОИНЖПРОЕКТ»)	31
1.7. МЕТОДИКА 2. (ОАО «НИИ ВОДГЕО», НПФ «ПЛАСТИК»)	33
1.8. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛОДЦА К ВСПЛЫТИЮ:	35
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛОДЦЕВ МПМ	36
ЛИТЕРАТУРА	41

© Материал подготовлен специалистами компании ООО МПМ (ТМ Матлайн).

Введение

Пластиковые (полимерные или полиэтиленовые) колодцы для кабельных линий (КЛ) на сегодняшний день занимают все более значительную нишу за счет целого ряда преимуществ перед бетоном и металлом:

1. высокая **коррозионная стойкость**
2. высокая скорость и простота монтажа за счет **легкого веса**
3. срок службы **более 50 лет**
4. **большой выбор типоразмеров** (диаметр и высота)
5. **различные вариации** кабельных вводов в колодец
6. **низкие эксплуатационные затраты**
7. высокая **герметичности**
8. полимеры являются **диэлектриком**
9. **устойчивость к агрессивным средам**
10. высокая **прочность** конструкции
11. **возможность утилизации** по окончании срока эксплуатации.



На сегодняшний день на рынке присутствуют два основных типа полимерных кабельных колодцев: цельносварное из HDPE и литые (ротоформование) из LLDPE. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы: например, колодцы, производимые методом ротоформования, не рекомендуется устанавливать на глубину более 2-х метров и особенно при высоком уровне грунтовых вод.

Наша компания - российский производитель полимерных изделий для инженерных сетей - осуществляет выпуск широкого спектра полимерных кабельных колодцев по технологии цельносварной конструкции.

Изделия производятся под **торговой маркой «МПМ» (ТУ 4859-001-67426748-2010)**, продукция сертифицирована. Изделия производятся из высококачественного полимерного материала с соблюдением всех технологических требований на европейском оборудовании методом экструзионной сварки полимеров. Все специалисты обладают высоким опытом. Все изделия сертифицированы и проходят постоянный контроль на всех стадиях производства. Экструзионная сварка изделий осуществляется в соответствии с **ГОСТ 16971-71, 16310-80**.



Кабельные колодцы МПМ применяются для:

- волоконно-оптических линий связи (ВОЛС)
- линий телефонной связи
- слаботочных систем пожарной и охранной сигнализации, управления
- низковольтных и высоковольтных линий и пр.

Конструкция кабельных колодцев МПМ напрямую связана с типами кабельных линий (КЛ) и зависит от наличия дополнительного оборудования: огнетушителей, наличия шкафов управления (ШУ), коробок транспозиции (КТ), шин заземления и пр.



Дополнительно: 1. Рекомендации по изделиям из ж/б и люкам для установки колодцев и резервуаров МПМ; 2. Рекомендации по монтажу кабельных колодцев МПМ.

Основные элементы конструкции колодца

В соответствии с общепринятой практикой, перешедшей с железобетонных колодцев на полимерные, **основными элементами цельносварного полиэтиленового колодца** для кабельных линий являются (рис.1):

- шахта (корпус, рабочая часть),
- дно (база),
- горловина (конус),
- патрубки для ввода кабеля,
- лестница.

Дополнительно оборудование (опциональное):

- стойки и полки,
- крышки и люки,
- вторые (нижние) защитные или герметичные крышки и устройства типа УЗНК,
- уплотнители в патрубки и термоусаживаемые трубки,
- заземление,
- монтажные площадки под оборудование,
- противопожарные системы,
- щиты управления и коробки транспозиции,
- камеры для бетонирования,
- системы дренирования и пр.

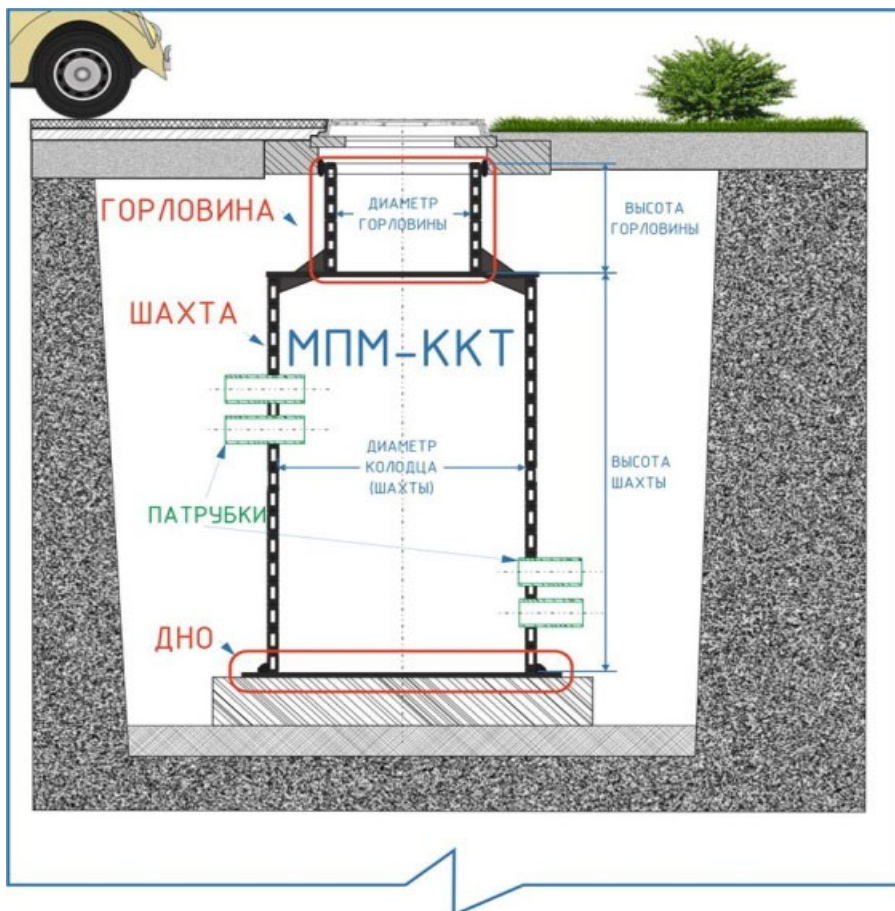


Рисунок 1. Основные элементы типового кабельного колодца

1.1. Шахта

Рабочая часть колодца для размещения оборудования, запасов кабеля, муфт, систем автоматического пожаротушения, кабельных стоек и полок, коробок транспозиции, шкафов управления и пр. Шахта изготавливается из двустенных труб СВТ, материалом для которых служит полиэтилен высокой плотности HDPE.

Диаметр шахты (он же диаметр колодца) – это номинальный диаметр рабочей части колодца по внутреннему размеру (ID) (рис. 1).

Высота шахты – это высота рабочей части колодца без учета горловины от дна колодца до низа опорного листа горловины (рис. 1).


Характеристики высоты и диаметра шахты определяются в зависимости:

- от глубины прохождения кабельных линий (КЛ), их количества и диаметра в одном блоке;
- от количества блоков КЛ и углов их врезки;
- от диаметра, количества кабеля, минимального радиуса его загиба;
- от размеров и требований к устанавливаемому оборудованию;
- наличия экранов и пр.

Правильно выбранные диаметр и высота шахты колодца позволяют добиться оптимальной стоимости изделия. Нормативные требования по выбору «диаметра-высоты» присутствуют в отдельных документах, например, ПУЭ-7 п. 2.3.127 устанавливает высоту для колодцев не менее 1.8 м., а для камер – любую.

Таблица 1. Базовые диаметры шахты колодца

Внутренний диаметр (ID) шахты колодца														
600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	2000	2200

 **Обратите внимание!** **Прочность колодца** не определяется как кольцевая жесткость полимерной трубы (SN), а складывается из прочности всей цельносварной конструкции, имеющей множество усиливающих элементов: дно, опорный лист горловины, специальные ребра жесткости (при наличии), кабельные блоки и пр.

Все полимерные части кабельных колодцев МПМ изготавливаются из однородного материала - **полиэтилена высокой плотности HDPE**. Это позволяет гарантировать правильность экструзионной сварки за счет равномерного прогрева всех частей и сварочной массы прутка, чего невозможно добиться при сваривании разных полиэтиленов (например, LDPE и HDPE, PELLD и HDPE и т.д.). Экструзионная сварка производится на оборудовании фирмы **Leister**.



1.2. Дно (или база)

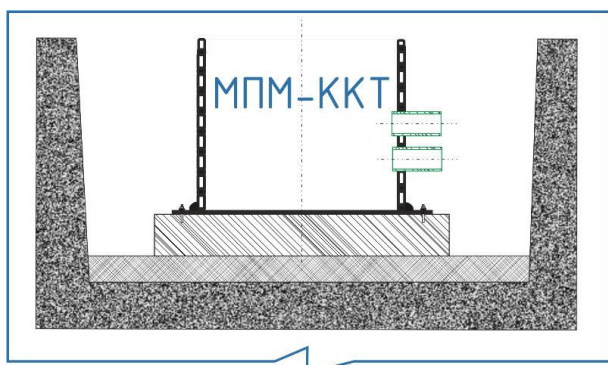
Нижняя опорная часть колодца, приваренная к шахте в заводских условиях на специальном оборудовании и являющаяся несъемной частью. Дно колодца может быть простым одинарным или усиленным двойным.



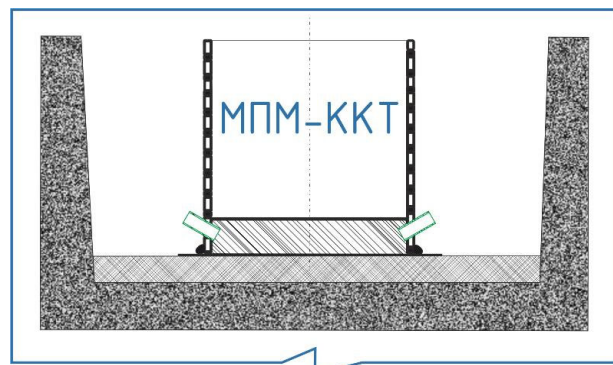
Дно колодца всегда имеет по умолчанию специальное расширение для крепежа к бетонной плите основания.

Для колодцев, устанавливаемых в местах с высоким уровнем постоянных или паводковых грунтовых вод (УГВ) для предотвращения всплытия, применяются некоторые способы пригрузки (якорения):

- **присоединение колодца к железобетонной плите основания** с помощью анкеров (самый распространенный);
- **заливка бетона** в специальную камеру в нижней части колодца непосредственно в процессе монтажа после установки колодца в траншею. Объем камеры рассчитывается конкретно под каждый колодец. Минимальный объем камеры составляет 300 мм.



Монтаж с помощью анкеров



Монтаж с камерой для бетонирования

Камера для заливки бетона может использоваться совместно с бетонной плитой основания в качестве усиления. Во всех случаях необходимо учитывать высоту камеры в общей высоте колодца при монтаже.



Рекомендации по расчету силы противодействия всплытию приведены в конце.

Для колодцев большого диаметра и/или большой глубины производится усиление дна. Оно рекомендовано даже, если установка колодца осуществляется на бетонную плиту, но имеются высокий УГВ. В случае грунтовых вод существенно ниже уровня дна колодца возможно в соответствии с проектом изготовление без усиления.

Для колодцев дополнительно в соответствии с техническим заданием для сбора конденсата возможно изготовление прямков или иных устройств аналогичного действия для сбора и/или отведения воды.

1.3. Горловина (конус)

Часть колодца, изготовленная из трубы меньше чем шахта диаметром и приваренная к шахте через лист перекрытия (рис. 1) или специальная конструкция с крышкой. Общее назначение горловины сужать сечение колодца с целью установки различных люков или крышек.



Рисунок 2. Пример эксцентрической горловины

Простая горловина изготавливается для колодцев \varnothing 800 мм и более и имеет следующие размеры: диаметр от \varnothing 600 до \varnothing 1000 мм и высота от 200 мм. Если высота горловины более 500 мм и по проекту необходима установка лестницы в горловине, то горловина должна иметь диаметр не менее \varnothing 1000 мм. При этом при установке люка сверху устанавливается переход на \varnothing 600 или \varnothing 700 мм.

Выбор диаметра горловины зависит от назначения колодца (установка и доступ к оборудованию, обслуживание колодца), а также от необходимой высоты горловины.

Для предотвращения попадания воды в колодец (герметичность до IP68) рекомендуется использовать специальные горловины серии МПМ-ГЦТ-1 и МПМ-ГЦТ-2 с завинчивающимися крышками и резиновыми уплотнителями.

Горловина МПМ-ГЦТ-1 рассчитана на установку под стандартным чугунным (полимер-песчаным) люком, при этом герметичная крышка без труда проходит через лаз чугунного люка, а вторая рассчитана для установки только в зеленой зоне без использования люков.

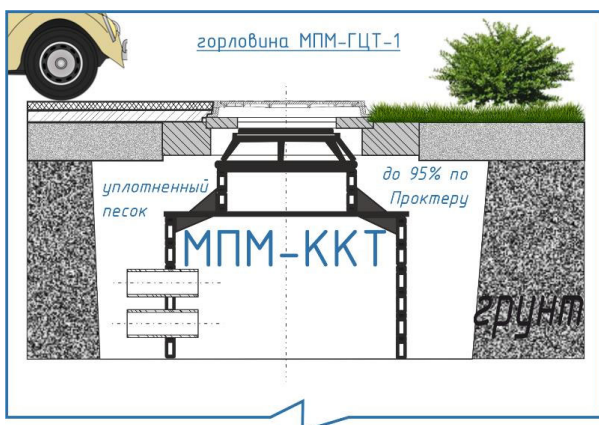


Рисунок 3. МПМ-ГЦТ-1

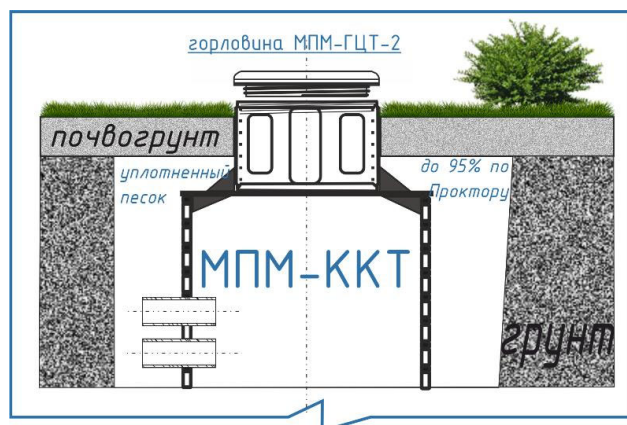


Рисунок 4. МПМ-ГЦТ-2

Диаметр лаза в горловине МПМ-ГЦТ-1, которая представляют собой конус высотой 200 мм., составляет в верхней части \varnothing 475 мм. и в нижней – \varnothing 665 мм., завинчивающаяся крышка имеет наружный размер \varnothing 560. В МПМ-ГЦТ-2 (цилиндр) лаз имеет размер \varnothing 630 мм. при высоте 200 или 500 мм. Размер завинчивающейся крышки \varnothing 800 мм.



Обе крышки завинчиваются с помощью специального ключа к основанию горловины с резиновым уплотнителем, чем обеспечивают герметичность до IP68, а так же могут служить аналогом защитной нижней крышки.

Для герметичности колодца и защиты от проникновения так же используется специальная горловина с глухой плоской крышкой с уплотнителем на болтах типа «глухой фланец». Как правило, данные

горловины используются на колодцах с установкой различного крупногабаритного и дорогостоящего оборудования, например, колодцы со шкафами управления, с коробками транспозиции экранов и др.

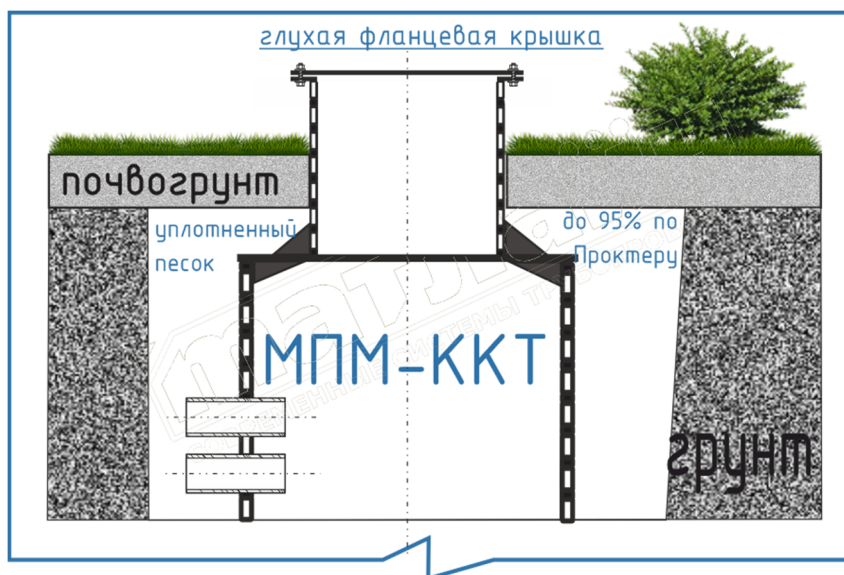


Рисунок 5. Крышка на болтах

Любая горловина может быть установлена как по центру оси колодца, так и смещена относительно оси – эксцентричное расположение. При размещении горловины по центру лестница устанавливается так же по центру колодца. Если в проектной документации (опросные листы, чертежи) не указано конкретное размещение горловины, то вариант определяется исходя из удобства дальнейшей эксплуатации.



В зависимости от места размещения колодца сверху него могут быть установлены изделия из ж/б для размещения люков. Варианты по подбору защитных и дорожных плит, люков представлены в отдельных рекомендациях по изделиям из ж/б и люкам для установки колодцев и резервуаров МПМ.

В горловине может быть установлена дополнительная нижняя крышка, служащая для утепления или для предотвращения падения мусора в колодец при этом необходимо учитывать, что проходной лаз самых распространенных чугунных люков имеет размер до 600 мм и за счет опор для таких крышек сужается внутренний диаметр горловины.

Проектировать установку вторых крышек с функцией защиты от несанкционированного проникновения рекомендуется в чугунный люк типа ГТС, в котором уже предусмотрена возможность установки нижней крышки типа: УЗНК, УЗ «Краб», крышки люка с замком и пр. Данные крышки не являются герметичными конструкциями. Подробнее в п.2.3.

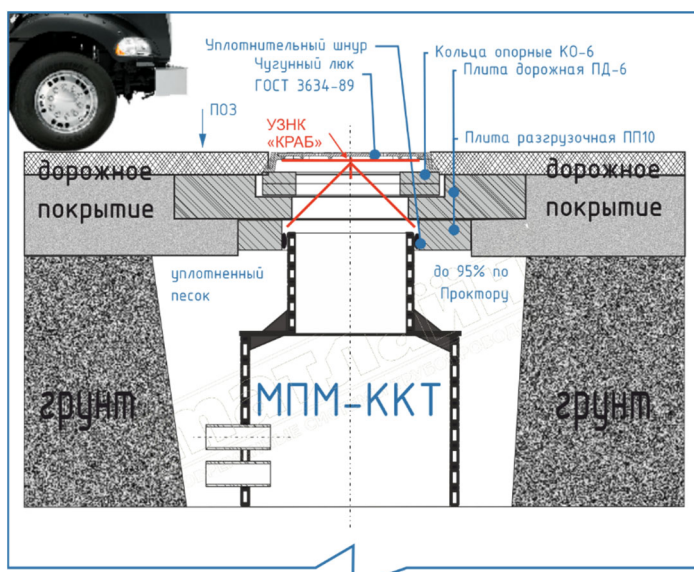
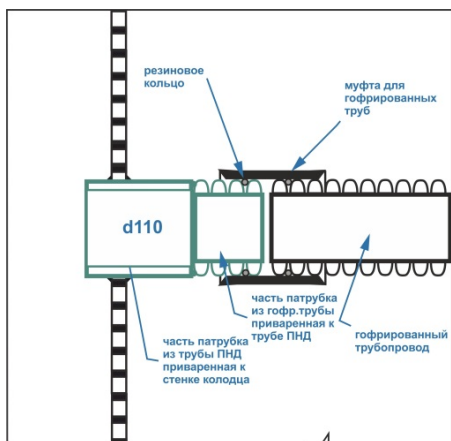


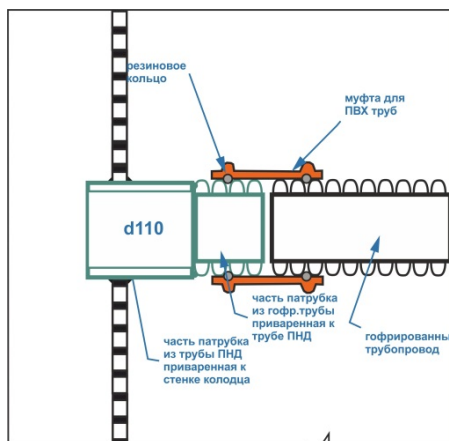
Рисунок 6. Пример установки УЗНК «КРАБ»

1.4. Патрубки

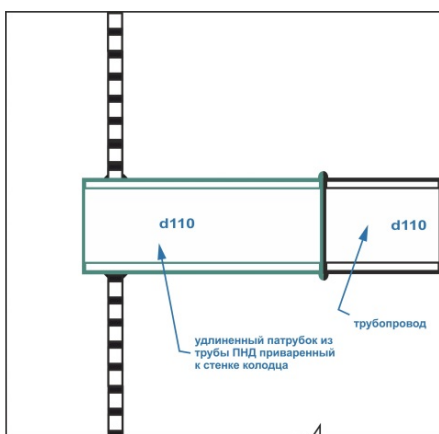
Это заведенные через стенку в шахты колодца и приваренные в заводских условиях отрезки труб для присоединения к ним кабельных линий (КЛ) на объекте (кабельные блоки). Патрубки обычно изготавливаются из гладкой полиэтиленовой трубы (ГОСТ 18599-2003) с толщиной стенки обычно соответствующей SDR11 или 17, но могут быть изготовлены из гофрированной трубы ПНД. По умолчанию патрубки гладкие.



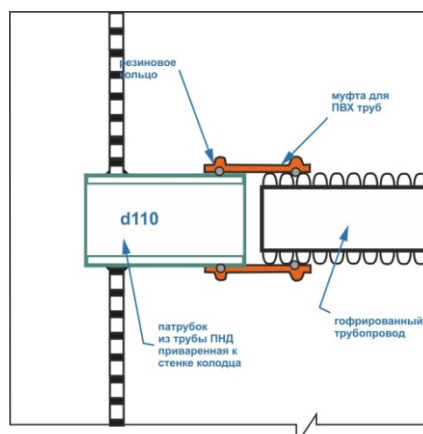
Тип 1. Соединение муфтой для гофр. труб



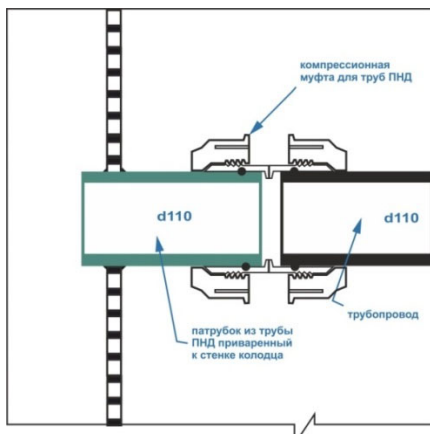
Тип 2. Соединение муфтой для ПВХ труб



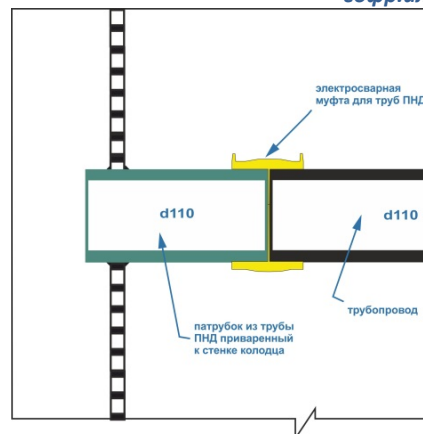
Тип 3. Стыковая сварка, патрубок удлинен для аппарата



Тип 4. Соединение муфтой ПВХ как гофр. или гладкой



Тип 5. Компрессионная муфта



Тип 6. Электросварная муфта



При использовании электросварных или компрессионных муфт для соединения вводов в блоках с КЛ необходимо увеличивать минимально возможное расстояние между патрубками с 70 мм до расстояния необходимого для монтажа той или иной муфты. Усредненные габаритные размеры муфт указаны в таблице 3.

Патрубки в одном блоке колодца могут быть разного диаметра. Герметичность соединения патрубка и шахты колодца за счет экструзионной сварки составляет 100% (IP68) - сварочный шов на патрубке делается снаружи и внутри колодца. При правильном использовании специальных уплотнителей в каждом патрубке герметичность целиком блока достигает IP68.

Длина патрубка определяется производителем исходя из представленной заказчиком информации о диаметре подключаемой трубы и о способе ее присоединения (соединительная, электросварная или компрессионная муфта, стыковая сварка и другие).



Для соединительных муфт минимальное расстояние между патрубками составляет 70 мм. Для

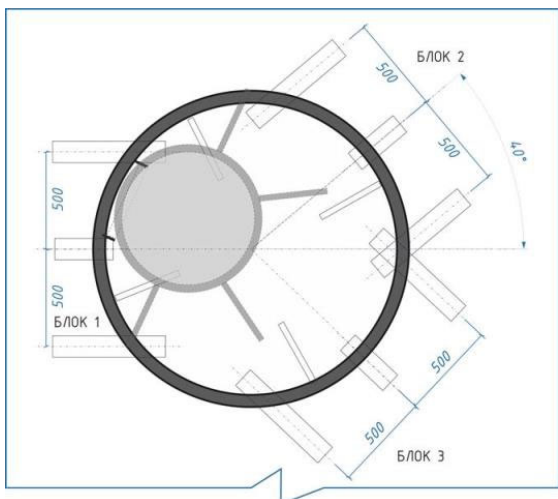


Рисунок 7. Пример размещения патрубков в колодце на разных уровнях

остальных способов подключения - в зависимости от размеров муфт. Стыковая сварка используется на одиночных патрубках или в ситуациях, когда физически возможно использование оборудования. В случае использования стыкового способа соединения необходимо указать желаемую длину патрубков.

При необходимости защиты патрубков при перевозке, хранение и монтаже рекомендуется использовать комплект муфта и заглушка для канализационных труб, как надежное и герметичное решение.

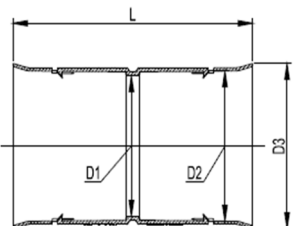
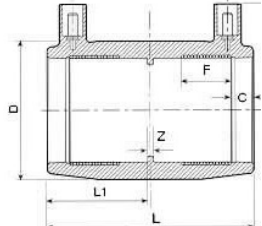
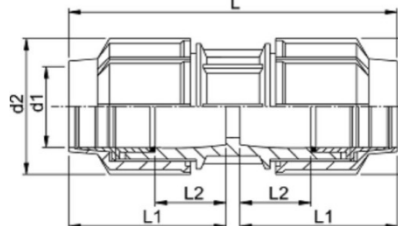
При отсутствии указаний в проекте (или в опросном листе) патрубки изготавливаются с размерами по умолчанию для соединения обычными подвижными муфтами (Таблица 2) с учетом транспортных габаритов колодца.

Таблица 2. Средняя длина патрубков

Диаметр	50	63	110	125	160	200
Длина, мм	100+/-	100+/-	150+/-	150+/-	150+/-	200+/-

Длина патрубков может быть уменьшена для соблюдения транспортных размеров колодца.

Таблица 3. Габариты муфт

Муфта:	соединительная		электросварная		компрессионная	
Монтажный размер Диаметр	D ₃	L	D	L	D ₂	L
50	60	95	65-68	85-88	93-98	175-195
63	72	104	75-78	95-99	115-118	210-248
110	123-127	180-200	132-138	150-155	180-190	380-390
160	172-177	200-205	190-195	170-175		
200	210-215	220-242	230-236	180-185		
Схема						

При необходимости дополнительной врезки по месту необходимо использовать специальные муфты для врезки по месту (d110, 160, 200 мм.).



1.5. Лестница (стремянка)

Устанавливается в колодцах для осуществления безопасного спуска обслуживающего персонала. Лестница, как правило, приваривается к внутренней стенке колодца на расстоянии от 100мм.

Лестницы устанавливаются для колодцев диаметром 1000 мм и более.

При наличии лестницы горловину лучше располагать эксцентрично, смещая в сторону лестницы.

При наличии кабельных блоков по периметру колодца лестница устанавливается посередине как и горловина колодца.

Лестница изготавливается из алюминия, крепление к стенкам колодца полимерное.

Использование цельной лестницы в отличие от полимерных ступеней существенно снижает травматичность при эксплуатации колодцев обслуживающим персоналом особенно в зимний период.



1.6. Выбор типа и размеров колодца

Для конечного подбора требуемых по своим характеристикам кабельных колодцев для конкретного объекта (проекта) необходимо учесть следующие аспекты:

1. Глубина прохождения кабельных линий.
2. Количество вводов и как следствие объем запаса кабеля внутри колодца.
3. Наличие оборудования: шкафы, коробки транспозиции, кабельные полки и т.д.
4. Для силовых кабелей так же минимально требуемые радиусы изгиба.
5. Необходимость в доступе обслуживающих специалистов и пр.

В зависимости от всего этого выбирается соответствующий тип:

1. Малый колодец типа МПМ-КС, шахта колодца диаметром: **ID 600 ... 1200 мм.**;
2. Среднеразмерный колодец типа МПМ-ККС, шахта колодца диаметром: **ID 1200 ... 1600 мм.**;
3. Большеразмерный колодец типа МПМ-ККТ (КБТ), шахта колодца диаметром: **ID 1800 ... 2200 мм.**;
4. Специализированный колодец для ШУ или КТ, шахта колодца диаметром: **ID 1500 ... 2200 мм.**

Примеры обозначения колодцев в проекте

«Колодец кабельный МПМ-ККС D1600 H2400, 110/64, ГЦТ-1, лест., ТУ4859-001-67426748-2010».

«Колодец кабельный МПМ-ККТ D2000 H2400, 200/16, 600/200, лест., ОЛ№1, ТУ4859-001-67426748-2010».

Более подробную информацию по глубине заложения и углам блоков КЛ, по размещению патрубков в кабельном блоке, другим дополнительным данным лучше всего указывать в опросных листах или в чертежах, прилагаемых к проектной документации.



Типовые решения для отдельных задач представлены в приложениях.

Основные типы кабельных колодцев МПМ

2.1. Малые колодцы кабельные типа МПМ-КС (КОД, КС-1,2 или З)



Малые кабельные колодцы предназначены в первую очередь для:

- волоконнооптических линий связи (ВОЛС)
- малопарной телефонной сети
- слаботочных систем пожарной и охранной сигнализации, управления
- электрических сетей до 0,4 кВ
- обслуживания оптических муфт и аналогового оборудования.

В отличие от колодцев, изготовленных методом ротоформования, конструкция цельносварных колодцев предполагает, что патрубки приварены в заводских условиях на любой высоте, под любым углом.

Соединение патрубков с кабельными линиями производится за счет подвижных, электросварных или компрессионных муфт. Для одиночных линий возможно использование стыковой сварки для труб ПНД.

Отсутствие резиновых манжет для ввода трубы в колодец так же служит гарантией большей герметичности. Так же цельносварные колодцы МПМ-КС позволяют более гибко подбирать высоту и диаметр нужного колодца.

Примеры кабельных колодцев МПМ-КС



Колодец МПМ d900 h1200



Колодец МПМ d800 h1200



Колодец МПМ d630 h1000



Колодец МПМ d630 h700



Колодец МПМ d800 h500



Колодец МПМ d1000 h1200

Базовая комплектация кабельных колодцев МПМ-КС:

- **материал колодца:** полиэтилен высокой плотности, двойная стенка;
- **шахта колодца диаметром:** ID 600 ... 1200 мм.;
- **высота колодца:** от 500 мм;
- **горловина колодца** (для колодцев с шахтой больше 800): ID 600 ... 700 мм.;
- **гладкие патрубки ПНД (вводы):** в соответствии с техническим заданием;
- полноразмерная алюминиевая лестница для диаметров 1000 и 1200;
- специальное расширение по низу колодца для крепления к плите с помощью анкеров.

Дополнительное оборудование колодцев МПМ (опционально):

- монтажные системы: металлические или полимерные кабельные полки и стойки;
- полиэтиленовые крышки, полимер-песчаные или чугунные люки, герметичные горловины МПМ-ГЦТ (для IP68);
- уплотнители кабельных вводов (гермовводы) (для IP68);
- удлинение гладких патрубков гофротрубой.

2.2. Колодцы кабельные среднеразмерные типа МПМ-ККС



Основное назначение колодцев типа МПМ-ККС:

- для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) ЦОД;
- для магистральных линий телефонной связи;
- для систем управления дорожным движением, светофорами, видеонаблюдения;
- для силовых линий и др.

Основные преимущества колодца МПМ:

- **герметичная конструкция** корпуса (при использовании горловины МПМ-ГЦТ и уплотнителей кабельных вводов степень защиты от пыли и влаги IP68);
 - **патрубки (вводы)** приварены экструзионной сваркой;
 - обладают **диэлектрическими свойствами**;
- колодец готов к **установке на 100%** и не требует тяжелой техники;
 - кольцевая жёсткость позволяет размещать под дорогами и для глубины до 7 метров.

Базовая комплектация колодцев МПМ-ККС:

- **материал колодца:** полиэтилен высокой плотности, двойная стенка;
- **шахта колодца диаметром:** 1200 ... 1600 мм.
- **наличие горловины:** диаметр 600 или 700, высота по ТЗ.
- **высота колодца:** от 1000 мм.
- **гладкие патрубки ПНД (вводы, блоки):** кол-во, углы и диаметры в соответствии с техническим заданием;
- алюминиевая лестница;
- расширение по низу колодца для крепления к плите.

Дополнительное оборудование колодцев МПМ (опционально):

- монтажные системы: металлические или полимерные кабельные полки и стойки;
- полиэтиленовые крышки, полимер-песчаные или чугунные люки, герметичные горловины МПМ-ГЦТ (для IP68);
- системы автоматического пожаротушения;
- шины заземление;
- уплотнители кабельных вводов (гермовводы) (для IP68);
- термоусаживаемые муфты (трубки) (для IP68);
- удлинение гладких патрубков гофротрубой;
- монтажные площадки под установку оборудования.

Дополнительно возможна и установка шкафов управления, коробок транспозиции и другого оборудования в соответствии с техзаданием.

Примеры кабельных колодцев МПМ-ККС*Колодец МПМ d1000 h2500**Колодец МПМ d1000 h1200**Колодец МПМ d1400 h1000**Колодец МПМ d1000 h1800**Колодец МПМ d900 h1200**Колодец МПМ d1000 h2400*

2.3. Большеразмерные колодцы кабельные типа МПМ-ККТ



Основное назначение колодцев типа МПМ-ККТ:

- для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) ЦОД;
- для магистральных линий телефонной связи;
- для систем управления дорожным движением, светофорами, видеонаблюдения;
- для силовых линий и др.

Основные преимущества колодца МПМ:

- **герметичная конструкция** корпуса (при использовании горловины МПМ-ГЦТ и уплотнителей кабельных вводов степень защиты от пыли и влаги IP68);
- **патрубки (вводы)** приварены экструзионной сваркой;
- обладают **диэлектрическими свойствами**;
- колодец готов к **установке на 100%** и не требует тяжелой техники;
- кольцевая жёсткость позволяет размещать под дорогами и для глубины до 7 метров.

Базовая комплектация колодцев МПМ-ККС:

- **материал колодца:** полиэтилен высокой плотности, двойная стенка;
- **шахта колодца диаметром:** 1800 ... 2200 мм.
- **наличие горловины:** диаметр 600 или 700, высота по ТЗ.
- **высота колодца:** от 1500 мм.
- **гладкие патрубки ПНД (вводы, блоки):** кол-во, углы и диаметры в соответствии с техническим заданием;
- алюминиевая лестница;
- расширение по низу колодца для крепления к плите.

Дополнительное оборудование колодцев МПМ (опционально):

- монтажные системы: металлические или полимерные кабельные полки и стойки;
- полиэтиленовые крышки, полимер-песчаные или чугунные люки, герметичные горловины МПМ-ГЦТ (для IP68);
- системы автоматического пожаротушения;
- шины заземление;
- уплотнители кабельных вводов (гермовводы) (для IP68);
- термоусаживаемые муфты (трубки) (для IP68);
- удлинение гладких патрубков гофротрубой;
- монтажные площадки под установку оборудования.

Дополнительно возможна и установка шкафов управления, коробок транспозиции и другого оборудования в соответствии с техзаданием.

Примеры кабельных колодцев МПМ-ККТ*Колодец МПМ d1400 h2500**Колодец МПМ d1200 h2500**Колодец МПМ d1000 h3000**Колодец МПМ d1400 h2500**Колодец МПМ d900 h1200**Колодец МПМ d1200 h2200*

2.4. Колодцы транспозиции МПМ-КТ



Колодцы транспозиции МПМ-КТ производятся аналогично всем кабельным колодцам МПМ и предназначены для установки коробок транспозиции экранов однофазных кабелей от 6 до 500 кВ или транспозиционных муфт (МТ).

Транспозиция экранов однофазных кабелей – проверенное средство снижения потерь и повышения пропускной способности в кабельных линиях. Транспозиция экранов может уменьшить стоимость потерь и увеличить пропускную способность в два раза.

Коробки транспозиции могут быть как металлическими, так и выполненными из полимерных материалов, например, из стеклопластика. Последние возможно устанавливать без заземления.

Колодцы транспозиции МПМ - это герметичные полимерные колодцы для установки коробок транспозиции высоковольтных кабельных линий. Широкая линейка диаметров и высот шахт позволяет изготавливать корпуса диаметрами от 1200 до 2200 мм. и с высотой от 1500(1800) и более. Основные размеры колодца транспозиции - D1400(1500)хH1800(2000) и горловина колодца D700(800)хH500(700).

Основные преимущества колодца МПМ:

- **герметичная конструкция** корпуса (при использовании горловины МПМ-ГЦТ и уплотнителей кабельных вводов степень защиты от пыли и влаги IP68);
- **патрубки (вводы)** приварены экструзионной сваркой;
- обладают **диэлектрическими свойствами**;
- колодец готов к **установке на 100%** и не требует тяжелой техники;
- кольцевая жёсткость позволяет размещать под дорогами и для глубины до 7 метров.



Базовая комплектация колодцев МПМ-КТ:

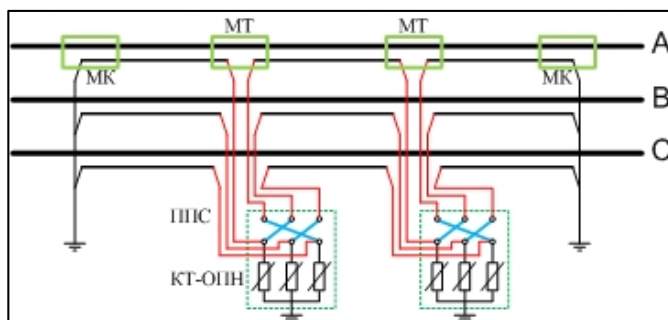
- **материал колодца:** полиэтилен высокой плотности, двойная стенка;
- **шахта колодца диаметром:** 1800 ... 2200 мм.
- **наличие горловины:** диаметр 600 или 700, высота по ТЗ.
- **высота колодца:** от 1500 мм.
- **гладкие патрубки ПНД (вводы, блоки):** кол-во, углы и диаметры в соответствии с техническим заданием;
- монтажная (-ые) площадка (-и) под установку коробок транспозиции;
- алюминиевая лестница;
- системы автоматического пожаротушения;
- шины заземление;
- расширение по низу колодца для крепления к плите.

Дополнительное оборудование колодцев МПМ (опционально):

- монтажные системы: металлические или полимерные кабельные полки и стойки;
- полиэтиленовые крышки, полимер-песчаные или чугунные люки, герметичные горловины МПМ-ГЦТ (для IP68);
- уплотнители кабельных вводов (гермовводы) (для IP68);
- термоусаживаемые муфты (трубки) (для IP68).

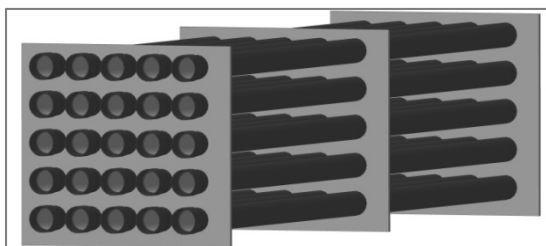
Внизу рабочей камеры изготавливается приямок для сбора конденсата, который в дальнейшем можно откачать. В качестве защиты от возгорания в колодцы устанавливаются системы автоматического пожаротушения.

Для организации транспозиции КЛ делится на кратное трем число участков примерно равной длины. В местах сопряжения участков устанавливаются специальные соединительные муфты с выводами экранов наружу, называемые транспозиционными муфтами (МТ). Экраны кабеля выводятся из МТ при помощи провода полиэтиленового соединительного (ППС) и заходят в коробки транспозиции (КТ-ОПН), в которых установлены ограничители перенапряжений (ОПН) для защиты оболочки кабеля от импульсных перенапряжений. По концам кабельной линии экраны выводятся из концевых муфт (МК) и просто заземляются.



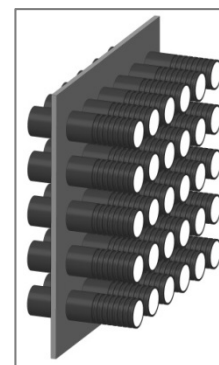
Расчеты по применению и обоснованию того или иного способа заземления экранов производятся специалистами проектной организации.

2.5. Кабельные блоки и кабельные вводы



Трубные блоки предназначены для конструирования подземных силовых кабельных систем. Блоки выполняются из полимерных двустенных труб. В производстве полимерных модульных кабельных блоков используются трубы и листы из немагнитных материалов, которые остаются работоспособными как при высокой динамической нагрузке, так и при низких температурах почвы и воздуха. Трубные или кабельные блоки изготавливаются индивидуально. Количество каналов в блоках, расстояния между ними и их размер учитывается согласно проекту.

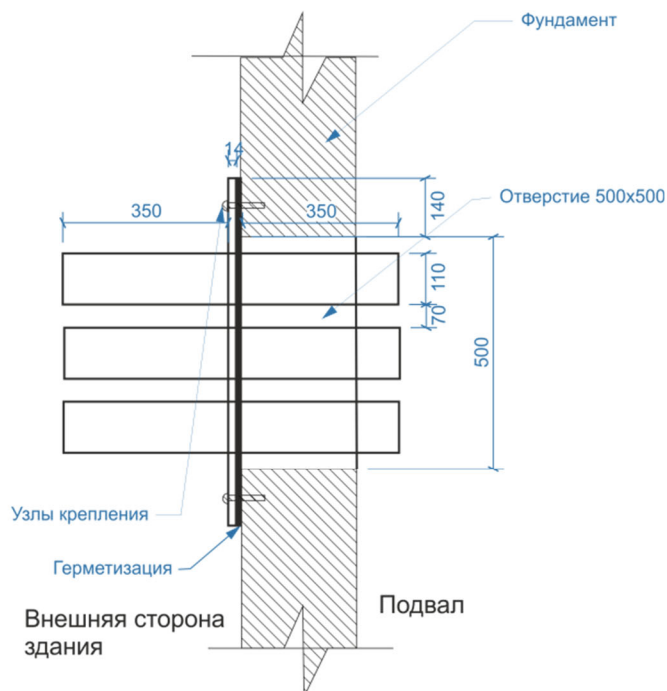
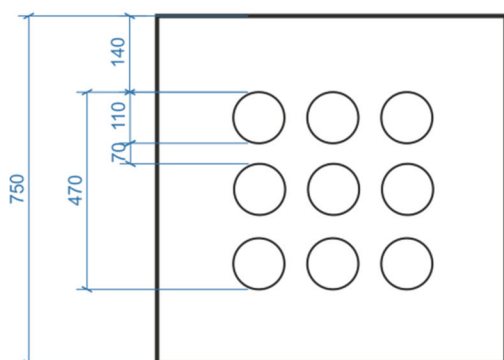
Кабельные блоки позволяют существенно ускорить и упростить монтаж кабельной канализации при монтаже на сложных участках трассы, например, под автомагистралями. Их использование уменьшает необходимое место для прохода, определяет правильное положение трубы друг относительно друга. Гарантирует герметичность. В соответствии с ПУЭ блок должен иметь до 15% свободных каналов, но не менее 1 канала, что необходимо учитывать при заказе.



В зависимости от проекта вводы и блоки изготавливаются:

- с гладкими выходами или гофрированными или с муфтами,
- с одного диаметра или разных,
- предварительно заглушенными запасными вводами.

Стоимость кабельного блока и ввода рассчитывается в зависимости от диаметра, количества, расположения вводов и их длины, наличия приваренной гофры, необходимой толщины листа, дополнительного усиления. Материал для изготовления вводов и блоков: технические трубы ПНД, гофротруба ПНД и лист ПНД.



Дополнительные элементы колодцев (опционально)

3.1. Полиэтиленовые люки

Люки, изготовленные из ПНД с размерами аналогичными стандартным чугунным люкам ГОСТ 3634-99, можно как приваривать к горловинам для установки в зеленой зоне, частных домовладениях, так и использовать с разгрузочным кольцом для установки под пешеходными дорожками. Полиэтиленовые люки имеют класс нагрузки А15. Выпускается с тремя антивандальными креплениями. Цвет – зеленый или черный. Два типоразмера.



Типоразмер	Класс нагрузки	Наружный диаметр, мм	Проходной диаметр, мм	Высота, мм	Вес, кг	Цвет	Вид
Люк А15	А	780	595	90	8,5	Черный, зеленый	
Люк А15м	А	624	495	80	4,5	Черный, зеленый	



Временно сняты с производства.

3.2. Полимер-песчаные и чугунные люки

Для территорий с транспортной нагрузкой используются полимер-песчаные или чугунные люки. Монтаж чугунных и полимер-песчаных люков осуществляется в зависимости от места установки колодца и от выбранного типа люка. Установка колодца под дорожным полотном производится по «плавающей» схеме – люк опирается на дорожную плиту необходимой модификации, под которой расположена дополнительная плита, в которую и входит горловина колодца. Для герметизации используется различный уплотнитель, например, герниковый шнур или аналоги.



1. Рекомендации по изделиям из ж/б и люкам для установки колодцев и резервуаров МПМ;

2. Рекомендации по монтажу кабельных колодцев МПМ.

Для зеленой зоны возможна установка полимер-песчаных люков непосредственно на горловину колодца (см. Приложения). В зависимости от проектных данных могут быть использованы как обычные чугунные люки, так и специализированные типа ГТС и в том числе с внутренней крышкой с/без УЗНК (устройство запорное нижней крышки). Так же возможна установка полимер-песчаных люков с внутренней полимер-песчаной крышкой.



Полимер-песчаная крышка с нижней крышкой

Чугунные люки подбираются в соответствии с нагрузками, используемыми ж/б плитами и пр. Замена чугунного люка на полимер-песчаный возможно при условии его соответствия показателям нагрузки.

Выпускается несколько типов чугунных люков:

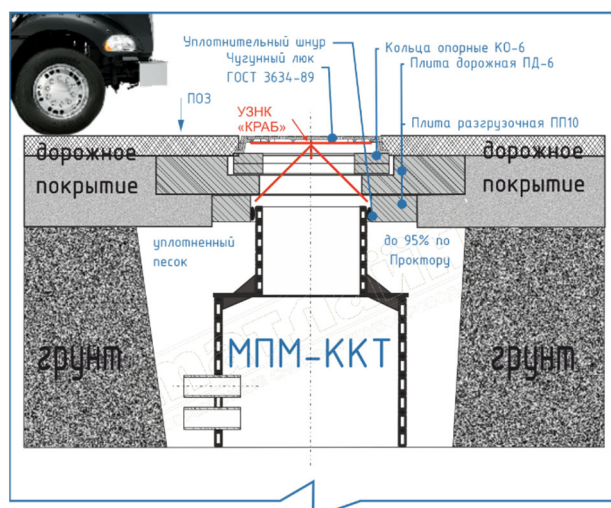
- A15** – легкие люки, предназначенные для рабочих нагрузок 1,5-5 тонн;
- B125** – средние люки, предназначенные для нагрузок до 12,5 тонн;
- C250** – тяжелые люки, предназначенные для нагрузок до 25 тонн;
- D400** – магистральные тяжелые люки, предназначенные для нагрузок до 40 тонн;
- E600** – сверхтяжелые люки, предназначенные для нагрузок до 60 тонн;
- F900** – сверхтяжелые люки, предназначены для нагрузок до 90 тонн.



Чугунные и полимер-песчаные люки, кроме случаев, когда они присоединяются в заводских условиях к горловине, не являются обязательными конструктивными элементами колодца и могут поставляться отдельно вместе с изделиями из ЖБИ.

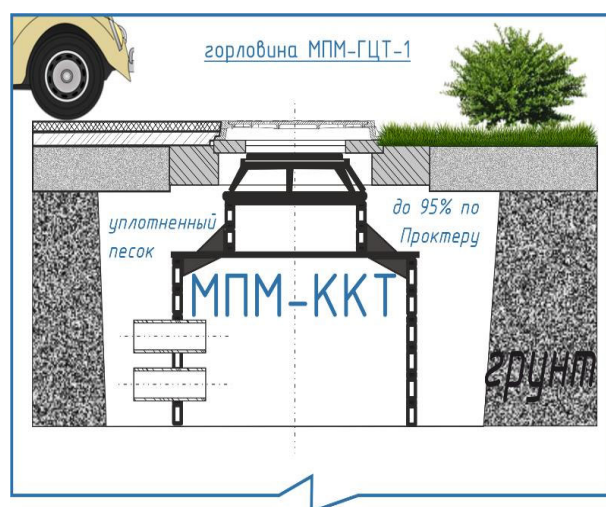
3.3. Нижняя (вторая) защитная крышка

Пластиковый кабельный колодец в дополнении к чугунному люку может быть дополнительно оснащен защитной нижней крышкой (НК) и в том числе с запорным устройством. Стандартная нижняя крышка с запорным устройством для использования с чугунным или полимер-песчаным люком изготавливается из металла и устанавливается в люк типа ГТС со специальной площадкой на обечайке для размещения нижней крышки с запорным устройством типа «Краб» (нижняя крышка с УЗНК типа Краб).



Так же в качестве защитной крышки выступает специальная горловина МПМ-ГЦТ-1 с завинчивающейся крышкой. Данную крышку без специального ключа открыть затруднительно. Крышка выполнена из толстого полиэтилена, закручивается с использованием резинового уплотнителя.

В отличие от металлических нижних крышек является герметичной.



3.4. Полимерные крышки

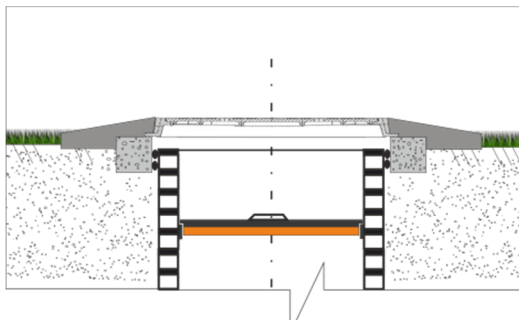
Наружные крышки МПМ предназначены для предотвращения попадания в колодец воды или мусора. Устанавливается вне пешеходных зон и мест общего пользования. Изготавливается из PEHD для горловин диаметром OD630 и OD800 мм и устанавливается снаружи горловины.

Эта крышка рассчитана на нагрузку до 200 кг. в зависимости от диаметра горловины колодца. При необходимости возможно изготовление ручки.

С помощью наружной крышки так же достигается высокая степень герметичности.



Пример крышки МПМ



Пример утепления внутренней крышки

Специальные внутренние крышки МПМ так же используются при утеплении колодцев с различным оборудованием. Их максимальный размер до 580 мм. Не служат для герметизации колодца. Не используются с горловинами типа МПМ-ГЦТ всех модификаций.

3.5. Кабельные полки, стойки, консоли

Для удобного размещения кабеля внутри колодца используются кабельные полки со стойками.

Характеристики кабельных стоек К1150-К1155

- высота профиля стойки - 26 мм.
- ширина профиля стойки - 60 мм.
- длина стойки - 400, 600, 800, 1200, 1800, 2200 или 3000 мм.
- толщина металла стойки - 2 или 2.5 мм.
- климатическое исполнение:
 - УТ 2, 5 – оцинкование по методу Сендзимира;
 - У 3 – углеродистая сталь, грунтовое покрытие типа ГФ-021;
 - УТ 2, 5 – порошковая окраска по каталогу RAL
 - УТ 1, 5 – углеродистая сталь, оцинкование методом погружения по ГОСТ 9.307-89
 - УТц1, 5 – оцинкованный лист
- температура эксплуатации: -45 до +45 С°.



Характеристики кабельных полок К1160-К1164

- высота установочной части полки - 70 мм.
- ширина профиля полки - 28 мм.
- установочная длина полки - 150, 250, 350, 450 или 650 мм.
- толщина металла полки - 1.5, 2, 2.5, 3.5 или 4 мм.
- климатическое исполнение:
 - УТ 2, 5 – оцинкование по методу Сендзимира;
 - У 3 – углеродистая сталь, грунтовое покрытие типа ГФ-021;
 - УТ 2, 5 – порошковая окраска по каталогу RAL
 - УТ 1, 5 – углеродистая сталь, оцинкование методом погружения по ГОСТ 9.307-89
 - УТц 1, 5 – оцинкованный лист
- температура эксплуатации: -45 до +45 С
- рабочая нагрузка: 1600Н

Характеристики полимерной кабельной стойки (SKB600):

- высота профиля стойки - 40 мм.
- ширина профиля стойки - 94 мм.
- длина стойки полная - 585 мм.
- длина стойки рабочая - 523,5 мм.
- способ соединения для увеличения длины стойки - паз-гребень.

Характеристики полимерной полка (KB200, KB250, KB400, KB600):

- высота установочной части полки - 70 мм.
- ширина профиля полки в установочной части - 69 мм.
- установочная длина полки - 245, 295, 445 или 645 мм.
- толщина металла полки - 1.5, 2, 2.5, 3.5 или 4 мм.
- климатическое исполнение (ГОСТ 15150-80): У, УХЛ, ХЛ, Т
- категория размещения (ГОСТ 15150-80): 1 и 2
- стойкость к воздействию открытого пламени (ГОСТ 28779-90): FV (ПВ) 0
- температура эксплуатации: -60 до +120 С
- рабочая нагрузка: 160



3.6. Установка уплотнителей кабельного ввода

Для герметичности и дополнительного выравнивания кабеля по центру при наличии указаний в техническом задании (проектной документации) и в согласованной конструкции в колодце используются разборные уплотнители различного диаметра (герметизаторы кольцевых пространств). Подбор уплотнителей осуществляется в зависимости от внутреннего диаметра патрубков и наружного диаметра кабеля.

Материал уплотнителей: оцинкованная или нержавеющая сталь, эластомер. Герметизация до 9 бар.

Конструкция колодца и техническое задание может предполагать наличие двух уплотнителей в каждом патрубке.

Следует учитывать, что диаметр патрубков при использовании уплотнителей кольцевых пространств увеличивается.



Рисунок 8. Примеры уплотнителей

3.7. Установка термоусаживаемых трубок (муфт)

Для герметичности при наличии указаний в техническом задании (проектной документации) и в согласованной конструкции колодца возможно дополнительно использовать термоусаживаемые трубки (муфты). Подбор осуществляется в зависимости от наружных диаметров патрубков и кабеля или трубы кабельной линии. Материал уплотнителей: полимерная пленка с/без клеевого слоя.



Применение уплотнителей и трубок позволяет гарантировать герметичность на уровне до IP68.

3.8. Монтажные щиты, шкафы



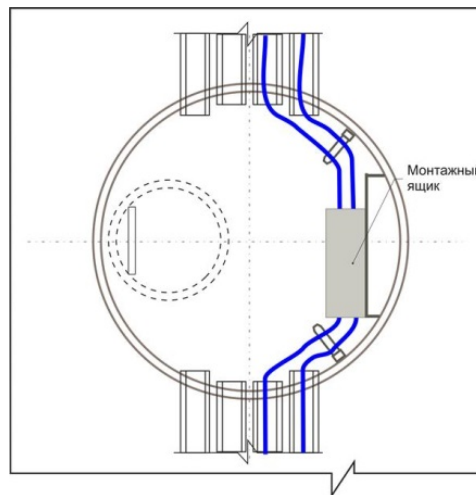
При производстве колодцев для установки различных **монтажных щитов ЩМП, шкафов управления** или аналогичного оборудования необходимо указать в проектной документации или в опросных листах размеры: площадки для монтажа (монтажная плата или комплект DIN-реек) или самого щита. Так же обозначить место для монтажа на опросном листе.

Так же устройства типа ЩМП могут размещаться на кронштейнах (стойках), в таком случае необходимо указать место размещения в опросном листе.

При указании в проекте на установку щитов различного назначения необходимо учитывать их габаритные размеры. Например, ЩМП-3 и ЩМП-4 возможно установить на объекте только при изготовлении колодца с горловиной Ду1000 и более.

Возможна установка монтажных щитов (шкафов) непосредственно при изготовлении колодцев. Для этого необходимо указать модель, размерные габариты и место размещения щита.

Аналогично шкафам управления в колодцах размещаются коробки транспозиции экранов. Возможен монтаж как на объекте, так и непосредственно при изготовлении колодцев.



3.9. Системы автоматического пожаротушения

В колодцах могут быть установлены различные системы пожаротушения с самосрабатывающим эффектом.



Использование различных составов для внутренней обработки поверхности колодца или слоев полимеров неподдерживающих горение является низкоэффективным способом сохранения целостности конструкции колодца, так как при коротком замыкании кабелей или оборудования происходит возгорание оболочки кабеля. Без активного тушения возгорания полимерные стенки плавятся и коробятся.

Используемый при производстве составных частей колодца полиэтилен низкого давления содержит в своем составе различные стабилизаторы и в том числе сажу, что в целом снижается способность материала поддерживать горение особенно при выгорании в замкнутом пространстве кислорода. И наиболее эффективным решением является установка различных **автоматических систем пожаротушения**. В первую очередь - это **самосрабатывающие огнетушители**. В зависимости от размеров колодца подбирается оптимальный вариант. Срок службы такого огнетушителя составляет в среднем 10 лет.

Самым оптимальным является огнетушитель ОСП-1 (ОСП-2) с температурой срабатывания 100°C (200°C) и рассчитаны на тушение пожаров класса А, В, С и Е при объеме помещения примерно 8 куб.м. Огнетушители ОСП предназначены для тушения возникших возгораний без участия человека. Порошковый заряд этих устройств справляется с возгораниями твердых веществ, горючих жидкостей и электрооборудования под напряжением. Эти огнетушители приняты на снабжение Военно-Морского Флота и имеют сертификат морского

регистра, они стоят на защите высоковольтного электрооборудования железнодорожных составов РЖД и вагонов метро. Следует обратить внимание, что указанное ограничение в 1000 вольт для аналогичных огнетушителей, действует только в случае использования его принудительно человеком или в случае использования ручного порошкового огнетушителя.



Так же для кабельных колодцев можно использовать автономные огнетушители типа Буран. Они срабатывают при температуре от 180°C. Объем тушения – в зависимости от модификации.

Альтернативным решением является установка генератора огнетушащего аэрозольного (ГОА) моделей типа «Допинг» или аналогичных. Срабатывание происходит за счет использования специального шнура при открытом пламени горения.



Так же возможно установка различных шнуровых автономных систем тушения, например, «ФОГ «Шнур». При воздействии открытого огня на ФОГ-Шнур и/или достижении в точке нагрева температуры срабатывания (160-270°C), гранулы по всей протяженности шнура импульсно выделяют комбинированный огнетушащий состав, который сбивает пламя и на химическом уровне разрушает цепи горения одновременно во всём защищаемом объёме.

Во всех случаях время срабатывания автоматических устройств пожаротушения таково, что не дает нагреваться конструкции колодца до

пиковых значений.

Расчет на прочность и устойчивость к внешним нагрузкам

Расчеты на прочность рекомендуется производить в соответствии с СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий», СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы», СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений» и СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

При расчетах используйте максимальные нагрузки: транспортная нагрузка НК-80 (785 кН) и уровень грунтовых вод до верха траншеи.

Вариант расчета изделия на прочность

Требуемые условия прочности: $\sigma \leq [\sigma]$. Расчет производить минимум для трех сечений: верх шахты и верх горловины колодца, где высокая нагрузка от транспорта; низ колодца, где высока нагрузка от грунта и воды. Рекомендуется проводить дополнительно в центре.

Напряжение в стенке шахты колодца от внешних нагрузок: $\sigma = \Sigma p_n \cdot R/S$ [МПа], где

R – радиус, S – толщина стенки,

$\Sigma p_n = k_s^n \cdot P_{Hy} + k_w^n \cdot P_{Hw} + k_g \cdot P_{Hg}$, [Мпа], 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.

$(k_s^n \cdot P_{Hy} + k_w^n \cdot P_{Hw} + k_g \cdot P_{Hg}) \cdot R/S \leq m \cdot \sigma_T$

P_{Hy} – активное горизонтальное давление грунта

$P_{Hy} = \gamma_{гр} \cdot h \cdot \tau_n$, [МПа], $\gamma_{гр}$ – объемный (удельный) вес грунта для песчаных грунтов $\gamma_{гр} = 17-20 \text{ кН/м}^3$, удельный вес суглинка = $24-26 \text{ кН/м}^3$, h – глубина заложения колодца, $\tau_n = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$, φ – угол внутреннего трения грунта. Для песчаных грунтов средней крупности $\varphi = 0,82 \cdot \varphi_n = 0,82 \cdot 38 = 30^\circ$.

$P_{Hg} = 0,785/(a \cdot b) \cdot \tau_n$, где a – длина площади воздействия транспортной нагрузки на глубине h [м] – $a = 3,8 + 2 \cdot \delta$; b – ширина площади воздействия транспортной нагрузки на глубине h [м] – $b = 3,5 + 2 \cdot \delta$; $\delta = h \cdot \text{tg} \theta$, h – глубина заложения колодца, $\theta = 45^\circ - \varphi/2 = 30^\circ$ – угол наклона скольжения грунта к вертикали.

P_{Hw} – давление грунтовых вод = $\gamma_B \cdot h_B$, γ_B – объемный вес воды = 10 кН/м^3 , h_B – высота столба воды.

$[\sigma]$ – максимально допустимое напряжение в стенке шахты колодца = $m \cdot \sigma_T$, где m – коэффициент условий работы колодца = $0,8$, σ_T (предел текучести для ПЭ) = 20 Мпа .

$$(1,2 \cdot 19_{[\text{кН/м}^3]} \cdot h \cdot \tau_n + 1,1 \cdot 10_{[\text{кН/м}^3]} \cdot h_B + 1 \cdot 0,785/(a \cdot b) \cdot \tau_n) \cdot R/S \leq 0,8 \cdot 20$$

Расчет на устойчивость колодца к всплытию

Расчеты европейских специалистов, например, концерна Вавин и результаты натурального испытания показали, что при использовании в качестве шахты колодца гофрированной трубы (с наружным оребрением) даже при очень высоком уровне грунтовых вод не требуется никаких дополнительных приспособлений для противодействия всплытию (выталкиванию), если при этом соблюдается технология поэтапного трамбования.

Как правило, при закладывании полимерных колодцев в проекты систем хозяйственно-бытовых, ливневых стоков и дренажа требуются расчеты на устойчивость колодцев к всплытию. Это вызывается либо постоянно высокими грунтовыми водами, либо за счет паводковых вод из-за незначительного по сравнению с ЖБИ веса колодцев. В основном это касается колодцев, изготовленных из витой трубы, наружные стенки которой - гладкие.

Для расчетов колодцев на всплытие можно воспользоваться одной из существующих методик: методика ФГБОУ ВПО МГУП (2011), ГУП «Ленигипроинжпроект» (2008), НПФ «Пластик» (2004) и др.

В основе всех методик лежит уравнение, в котором сравниваются с одной стороны сумма веса колодца ($G_{\text{кол}}$), веса дополнительного оборудования (гидранты, задвижки, бетонные кольца, люки и т.п.) ($G_{\text{оборуд}}$), веса пригружающего колодец грунта (при необходимости) ($G_{\text{грунт}}$) и силы трения о грунт (T), а с другой стороны выталкивающая сила Архимеда (F). Ниже приведены две наиболее применяемые методики расчета.

4.1. Методика 1. (ФГБОУ ВПО МГУП, ГУП «Ленигипроинжпроект»)

Для расчетов принимаем, что:

- поверхность грунта ровная и горизонтальная,
- колодец пустой,
- насыпной грунт вокруг колодца однороден и частично водонасыщен выше уровня дна колодца.

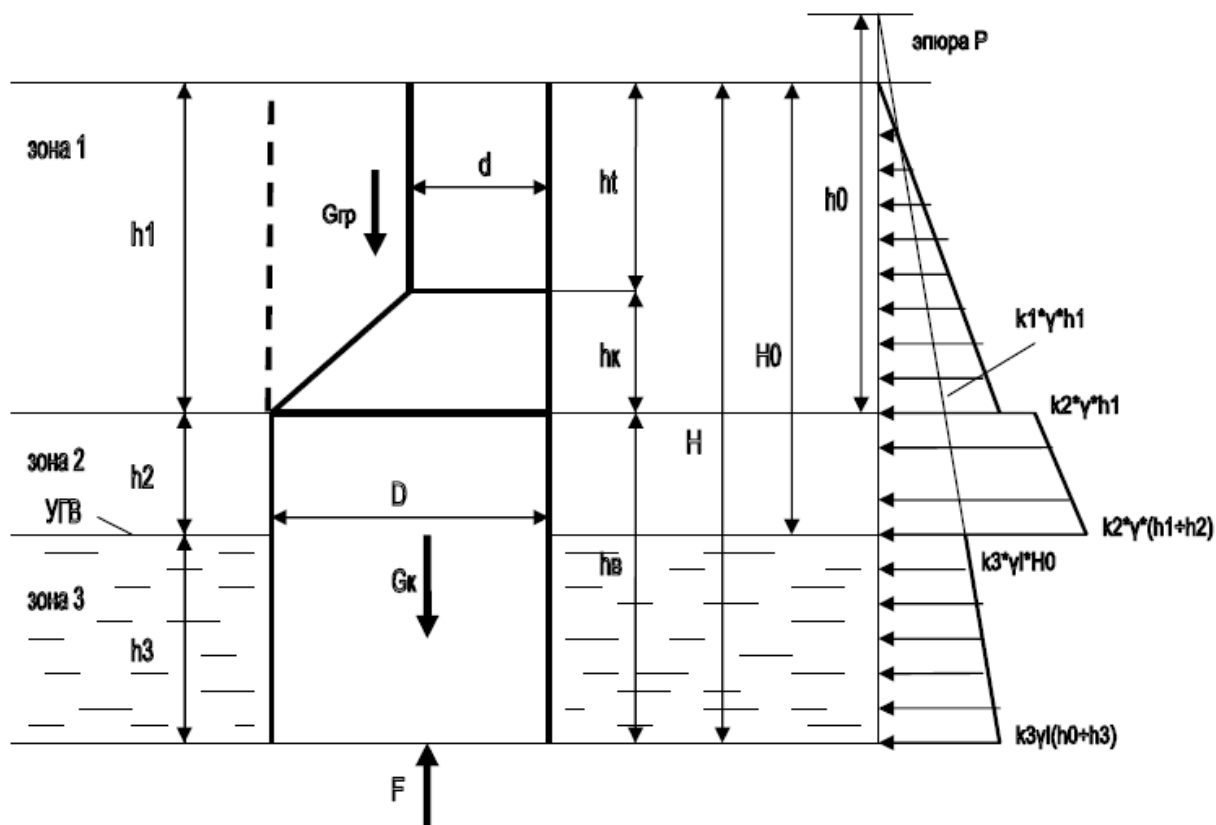
Таким образом, колодец находится под воздействием следующих активных вертикальных сил:

1. Веса самого колодца $G_{\text{кол}}$.
2. Веса пригружающего колодец грунта $G_{\text{грунт}}$ (при наличии горловины или специального расширения понизу)
3. Веса дополнительного оборудования $G_{\text{оборуд}}$
4. Силы трения колодца о грунт T
3. Выталкивающей силы Архимеда F .

Устойчивость колодца будет обеспечена при условии выполнения неравенства:

$$F < G_{\text{кол}} + G_{\text{грунт}} + G_{\text{оборуд}} + T$$

Известно, что сила трения не может возрастать безгранично, а лишь до некоторого предельного значения $T_{\text{пр}}$. В данной методике принимается, что при движении колодца вверх скольжение будет происходить по круглоцилиндрической поверхности.



Предельное значение силы трения зависит от величины нормального (горизонтального) давления грунта на стенку колодца. Обозначим силу нормального давления грунта на единицу длины поверхности скольжения в окружном направлении E . Тогда предельное значение силы трения на единицу длины в окружном направлении по Кулону $t_{пр}$ будет равно: $t_{пр} = E * f$, где f – коэффициент трения грунта по поверхности скольжения.

Коэффициент трения f принимается равным: $f = \operatorname{tg}\phi$, где ϕ – угол внешнего трения между грунтом и расчетной поверхностью скольжения.

Тогда предельное значение силы трения $T_{пр}$, действующей на колодец, равно: $T_{пр} = t_{пр} * \pi * D$, где D – диаметр расчетной поверхности скольжения.

Устойчивость колодца на всплытие предлагается оценивать коэффициентом устойчивости $n_{вс}$, который вычисляется как отношение

$n_{вс} = T_{пр}/T = T_{пр}/(F - G_{кол} - G_{грунт})$ величина, которого должна быть больше некоторого допустимого значения $[n]$.

Ввиду отсутствия экспериментальных данных, предлагается по аналогии с проверкой устойчивости откоса [Цитович Н.А. Механика грунтов, с1.38] принимать за допустимое значение $[n]=1.5$. Таким образом, условие устойчивости колодца на всплытие примет вид: $n_{вс} > 1,5$

В качестве расчетного бокового давления предлагается принимать наименьшее активное давления грунта – напор. Величина горизонтального напорного давления на глубине от поверхности грунта определяется по формуле:

$$p = k * \gamma * h$$

где γ – объемный вес грунта;

k – коэффициент горизонтального напорного давления, определенным по формуле:

$$k = (\cos\phi / (1 + ((\sin(\phi + \phi_0) * \sin\phi) / \cos\phi_0)^{1/2}))^2$$

где ϕ – угол внутреннего трения грунта.

Величина горизонтального напора E равна площади опоры интенсивности бокового давления на рассматриваемом интервале.

Пример использования расчета на примере колодца, схема которого указана выше.

Описание грунта:

Сухие (непучинистые) естественной влажности: нормативная плотность $\gamma^H = 1,8 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения $\phi^H = 0,56 \text{ рад}$ (32°C), нормативное сцепление $C^H = 2 \text{ кПа}$ ($0,02 \text{ кгс/см}^2$).

Мокрые (водонасыщенные): нормативная плотность $\gamma^H = 2,0 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения $\phi^H = 0,40 \text{ рад}$ (23°C), нормативное сцепление $C^H = 1 \text{ кПа}$ ($0,01 \text{ кгс/см}^2$), коэффициент пористости $\epsilon = 0,65$.

4.2. Методика 2. (ОАО «НИИ ВОДГЕО», НПФ «Пластик»)

Здесь необходимо сразу сделать существенную оговорку. При расчетах по данной методике считается, что трение возникает только по самой крайней вертикальной поверхности, т.е. при расчетах для гофрированных труб площадь такой поверхности уменьшается в два раза. При равных условиях для колодца из гофрированной трубы скорее потребуются использование якоря, чем для колодца из гладкой трубы. В то же самое время европейские методики говорят об обратном.

На колодец действуют следующие силы: выталкивающая сила (F), сила трения стенки колодца о грунт (T), а также собственный вес колодца ($G_{\text{кол}}$), вес оборудования ($G_{\text{п}}$), вес бетонного «якоря» ($G_{\text{як}}$).

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

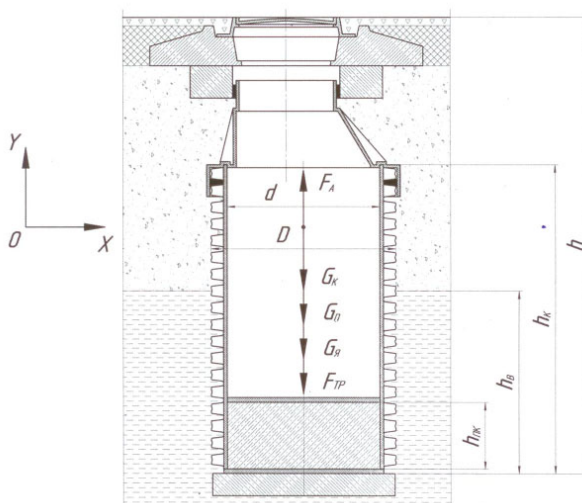
$$F + T + G_{\text{кол}} + G_{\text{п}} + G_{\text{як}} = 0 \quad (1)$$

В проекции на ось OY :

$$F - T - G_{\text{кол}} - G_{\text{п}} - G_{\text{як}} = 0 \quad (2)$$

Отсюда теоретическая сила трения:

$$T = F - G_{\text{кол}} - G_{\text{п}} - G_{\text{як}} \quad (3)$$



Выталкивающая сила:

$$F = \rho * g * V_{\text{кол}} \quad (4)$$

где: ρ - плотность грунтовых вод (можно принять равной 1000 кг/м³); g – ускорение свободного падения (равно 9,81 м/с²); $V_{\text{кол}}$ - объем колодца, погруженный в воду, м³.

Объем колодца, погруженный в воду:

$$V = H_{\text{в}} * (\pi * D^2) / 4 \quad (5)$$

где: D – наружный диаметр рабочей камеры колодца, м; $H_{\text{в}}$ – высота части колодца, погруженной в воду. Возможно, принимать этот показатель равным высоте колодца ($H_{\text{кол}}$), т.е. расчеты вести исходя из предположения, что колодец полностью погружен в воду. Однако, считаем такой вариант избыточным.

$$F = \rho * g * H_{\text{в}} * (\pi * D^2) / 4 \quad (6)$$

Расчетная сила трения, препятствующая всплытию колодца:

$$T = \mu * p_{\text{гн}} * S \quad (7)$$

где: μ - коэффициент трения; $p_{\text{гн}}$ - активное горизонтальное давление грунта; S - площадь воздействия силы трения.

Коэффициент трения:

$$\mu = \text{tg}(\varphi) \quad (8)$$

где: φ - угол внутреннего трения грунта. Для песчаных грунтов средней крупности $\varphi = 0,82 * \varphi_{\text{н}} = 0,82 * 38 = 30^\circ$.

Активное горизонтальное давление грунта:

$$p_{\text{гн}} = \gamma_{\text{гр}} * H_{\text{кол}} * \tau_{\text{н}} \quad (9)$$

где: $H_{\text{кол}}$ – глубина колодца, которая равна глубине заложения колодца, м; $\gamma_{\text{гр}}$ - объемный вес грунта, Н/м³;

$\tau_{\text{н}}$ – коэффициент нормативного бокового давления грунта.

Значение объемного веса грунта $\gamma_{\text{гр}}$ следует принимать с условием его взвешенного в воде состояния. Для песчаных грунтов средней крупности $\gamma_{\text{гр}} = 12$ кН/м³ (в расчете принимать 12·10³ Н/м³).

Коэффициент нормативного бокового давления грунта:

$$\tau_{\text{н}} = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi / 2) \quad (10)$$

Площадь воздействия силы трения:

$$S = \pi * D * h_{\text{тр}} \quad (11)$$

где: $h_{\text{тр}}$ – высота поверхности трения, м

Для колодцев, изготовленных из гофрированных труб, ввиду их профилированной наружной поверхности, следует принять:

$$h_{\text{тр}} = H_{\text{кол}} / 2, \text{ где } H_{\text{кол}} \text{ – высота колодца, м}$$

Исключение составляют колодцы, изготовленные из витых труб, которые имеют гладкую наружную поверхность. В этом случае следует принять:

$$h_{\text{тр}} = H_{\text{кол}}$$

Окончательно запишем:

$$T = \text{tg}(\varphi) * \gamma_{\text{гр}} * H_{\text{кол}} * \text{tg}^2(45^\circ - \varphi / 2) * \pi * D * h_{\text{тр}} \quad (12)$$

Вес колодца:

$$G_{\text{кол}} = m_{\text{кол}} * g, \text{ где: } m_{\text{кол}} \text{ – масса колодца, кг} \quad (13)$$

Вес бетонного «якоря»:

$$G_{\text{я}} = m_{\text{я}} * g \quad (14)$$

где: $m_{\text{я}}$ – масса бетонного «якоря», кг

Вес различного дополнительного оборудования, в том числе опорных плит, люков, гидрантов:

$$G_n = m_n \cdot g \quad (15)$$

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

$$n = T_{\text{РАСЧ}} / T_{\text{ТЕОР}} \quad (16)$$

Для предотвращения всплытия колодца $n = 1,2 \dots 1,5$. В расчетах можно принять среднее значение $n = 1,35$.

Теперь из соотношения (16) определим массу бетонного якоря, необходимую для предотвращения всплытия колодца:

$$m_{\text{я}} \cdot g \geq \rho \cdot g \cdot N_{\text{в}} \cdot (\pi \cdot D^2) / 4 - (tg(\varphi) \cdot \gamma_{\text{гр}} \cdot N_{\text{кол}} \cdot tg^2(45^\circ - \varphi / 2) \cdot \pi \cdot D \cdot h_{\text{тр}}) / n - m_{\text{КОЛ}} \cdot g - m_{\text{п}} \cdot g \quad (17)$$

Отсюда получим:

$$m_{\text{я}} \geq \rho \cdot N_{\text{в}} \cdot (\pi \cdot D^2) / 4 - (tg(\varphi) \cdot \gamma_{\text{гр}} \cdot N_{\text{кол}} \cdot tg^2(45^\circ - \varphi / 2) \cdot \pi \cdot D \cdot h_{\text{тр}}) / (n \cdot g) - m_{\text{КОЛ}} - m_{\text{п}} \quad (18)$$

Если правая часть неравенства (18) является числом отрицательным, то при выбранной схеме установки колодца не требуется его пригрузки бетоном.

Описание грунта:

Сухие (непучинистые) естественной влажности: нормативная плотность $\gamma^H = 1,8 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения $\varphi^H = 0,56 \text{ рад (} 32^\circ \text{C)}$, нормативное сцепление $C^H = 2 \text{ кПа (} 0,02 \text{ кгс/см}^2\text{)}$.

Мокрые (водонасыщенные): нормативная плотность $\gamma^H = 2,0 \text{ т/м}^3$, угол внутреннего трения $\varphi^H = 0,40 \text{ рад (} 23^\circ \text{C)}$, нормативное сцепление $C^H = 1 \text{ кПа (} 0,01 \text{ кгс/см}^2\text{)}$, коэффициент пористости $\varepsilon = 0,65$.

4.3. Основные способы увеличения устойчивости колодца к всплытию:

Для увеличения устойчивости возможно применение одного из двух способов:

1. **Варианты якорение** пластикового колодца вместе с последующим трамбованием:
 - 1.1. Размещение предварительно в яме бетонной плиты или заливки бетонного основания с последующим креплением колодца с помощью анкеров или металлическими тросами.
 - 1.2. Изготовление колодца со специальной камерой для заливки последней бетоном на объекте.
 - 1.3. Заливка колодца бетоном на месте монтажа по периметру с наружной стороны после подключения трубопровода.
2. Искусственное **увеличение массы колодца** за счет увеличения его габаритов, толщины стенок и т.п. Данный способ является избыточным и вызывает удорожание изделия.

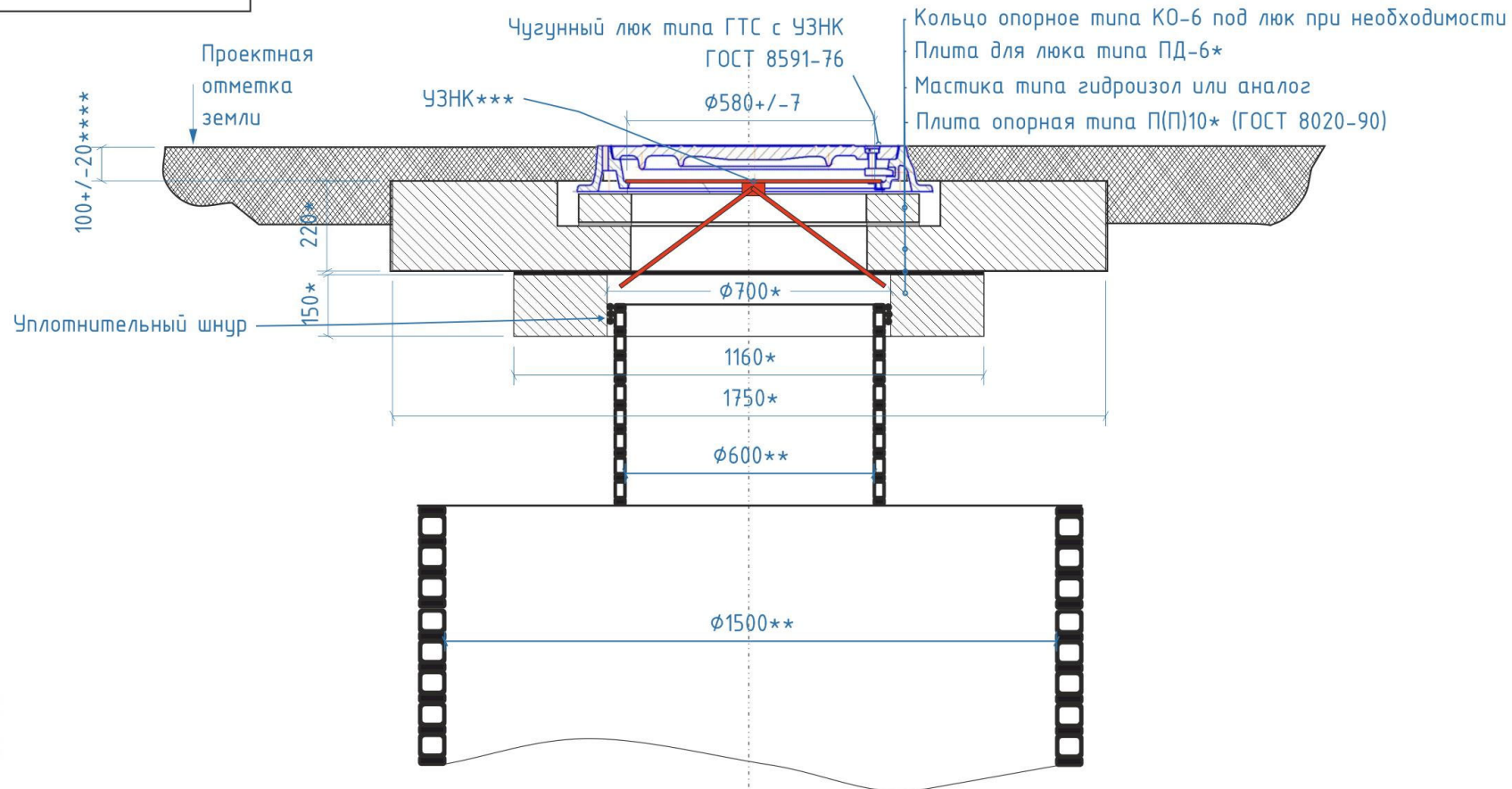
Экологическая безопасность применения колодцев МПМ

Требования к экологической безопасности объектов инженерных сетей постоянно растут, как и штрафы за их нарушения. Поэтому применение в городских и частных инженерных сетях полимерных колодцев и резервуаров является идеальным решением:

- почти 100% герметичность изделия – защита от попадания стоков в грунт;
- высокая химическая стойкость по сравнению с бетоном и сталью;
- высокая абразивная стойкость;
- колодцы не обрастают отложениями и илом;
- материал полиэтилен высокой плотности (PEHD) соединяет в себе две характеристики: высокая упругость и высокая кольцевая жесткость – гарантия от разрывов при разнонаправленных нагрузках;
- колодцы по своим характеристикам не изменяются на протяжении десятилетий.

Самое главное, использование полимерных труб и полимерных колодцев в полной мере дает возможность использовать потенциал, делает систему надежной, долговечной.

Колодцы МПМ по окончании срока эксплуатации подлежат утилизации как полиэтилен высокой плотности (PEHD) по группе 2. Металлические части колодца подлежат утилизации как металлический лом.

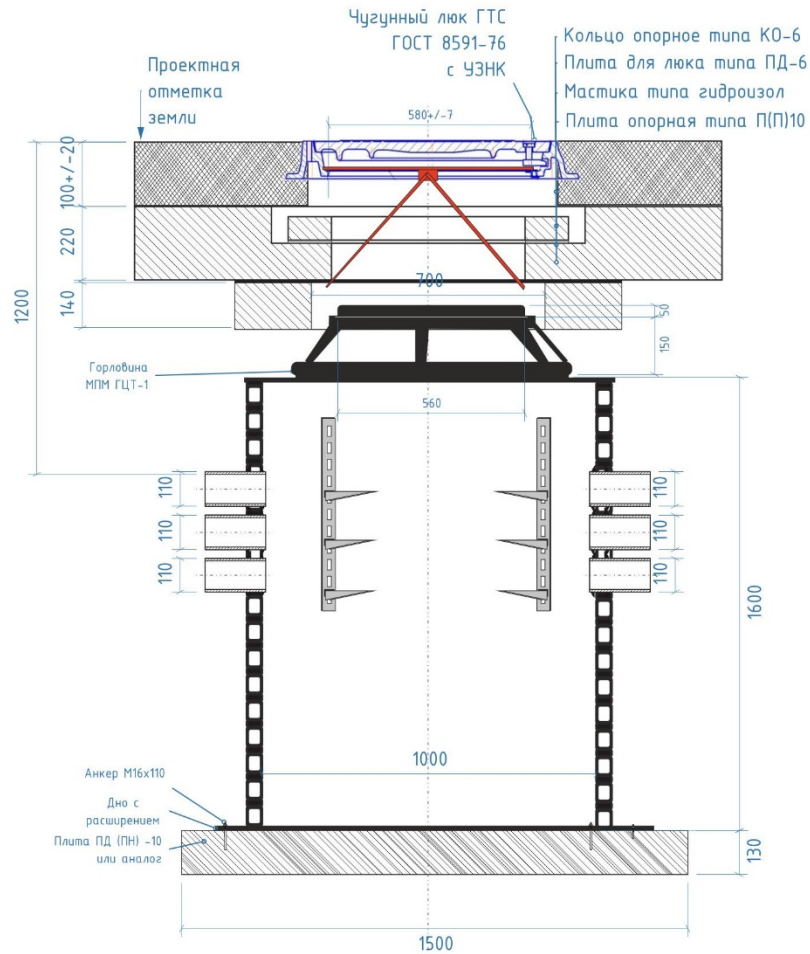


Примечание:

1. * - размеры плит ж/б указаны для указанных на чертеже.
2. ** - колодец МПМ-ККТ выбран произвольно.
3. *** - УЗНК (нижняя крышка с запорным устройством) устанавливается в обечайку чугунного люка ГТС на специальные полочки, предназначенные для установки УЗНК.
4. **** - толщина дорожного полотна выбрана условно. При увеличении люк выравнивается доборными кольцами типа КО.

Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Подп.	Подп.	Подп.	Подп.	Подп.	Подп.
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата

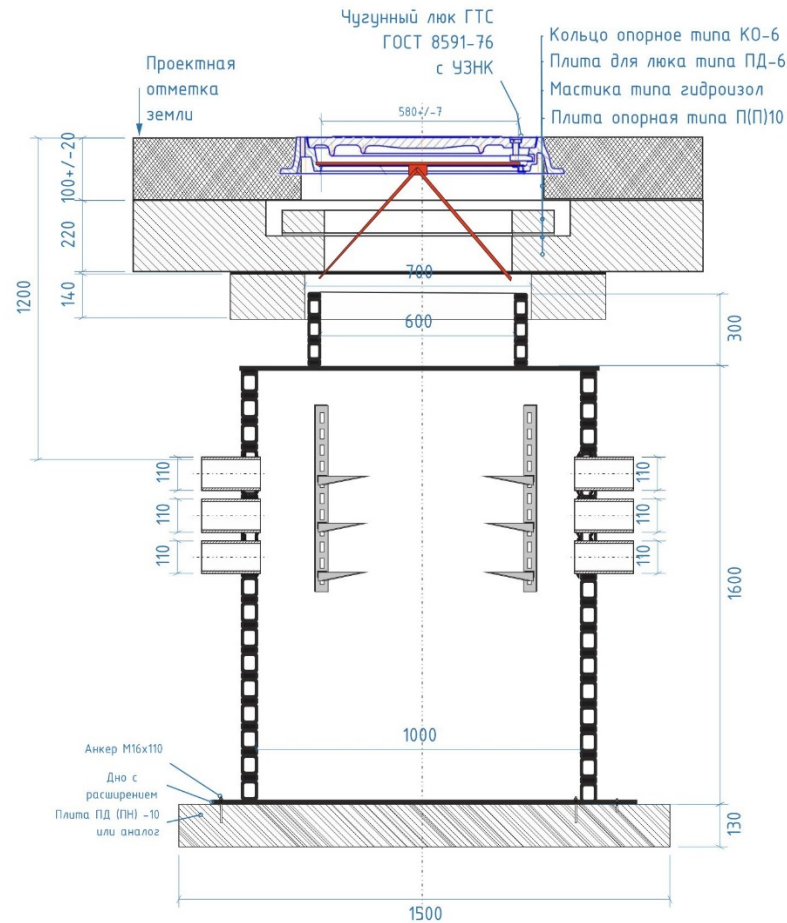
Полимерные колодцы МПМ-ККТ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колодец кабельной канализации МПМ-ККТ
Разраб.					
Проб.					
Т. Контр.					
Н. Контр.					
Чтб.					
					Лит. Масса Масштаб
					Лист 1 Листов
Пример размещения колодца под проезжей частью					000 «МПМ»



Примечание:

1. Колодец кабельный для установки на плиту основания типа ПД (ПН)-10 (масса 0,38 тн.) или аналог. УГВ = 2 м.
 2. Плита П(П)-10 устанавливается на утрамбованное песчаное основание таким образом, чтобы расстояние между горловиной и внутренней частью плиты составляло 20-30 мм. Данное пространство загерметизировать любой мастикой.
 3. Люк тип Т ГТС ГОСТ 8591-76 или аналог.
- Изделия ж/б, чугунный люк и анкерные болты в комплектацию не входят и приобретаются отдельно.

Полимерные колодцы МПМ-ККС					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					Колодец кабельной канализации МПМ-ККС Ø1000 Н1800 с МПМ-ГЦТ-1
Проб.					
Т. Контр.					
Н. Контр.					Пример размещения колодца под проезжей частью
Утв.					
					Лист 1 / Листов
					000 «МПМ»



Примечание:

1. Колодец кабельный для установки на плиту основания типа ПД (ПН)-10 (масса 0,38 тн.) или аналог. УГВ = 2 м.
 2. Плита П(П)-10 устанавливается на утрамбованное песчаное основание таким образом, чтобы расстояние между горловиной и внутренней частью плиты составляло 20-30 мм. Данное пространство загерметизировать любой мастикой.
 3. Люк тип Т ГТС ГОСТ 8591-76 или аналог.
- Изделия ж/б, чугунный люк и анкерные болты в комплектацию не входят и приобретаются отдельно.

				Полимерные колодцы МПМ-ККС			
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата	Колодец кабельной канализации МПМ-ККС Ø1000 Н1900	Лист	Масса	Масштаб
Разраб							
Проб							
Т. Контр					Лист 1	Листов	
Н. Контр				Пример размещения колодца под проезжей частью			
Утв					000	«МПМ»	

Литература

1. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».
2. СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий».
3. СНиП 3.01.01-85* «Организация строительного производства».
4. СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы».
5. СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».
6. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».
7. СНиП 3.05.04-85* «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».
8. СНиП 3.05.05.-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».
9. СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве».
10. СНиП 12.04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
11. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие правила».
12. СНиП 3.01.04-87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов».
13. СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».
14. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
15. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве».
16. СН 478-80 «Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб».
17. СН 550-82 «Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб».
18. СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
19. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты».
20. СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ».
21. СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
22. ГОСТ 12.3.030-83 ССБТ «Переработка пластических масс. Требования безопасности».
23. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
24. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
25. ГОСТ 12.4.121-83 ССБТ «Противогазы промышленные фильтрующие. Технические условия».
26. ГОСТ 12.3.006-75 ССБТ «Эксплуатация водопроводных и канализационных сооружений и сетей. Общие требования безопасности».
27. ГОСТ Р 12.3.048-2002 ССБТ «Строительство. Производство земляных работ способом гидромеханизации. Требования безопасности».
28. ГОСТ 18599-2001 «Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия».
29. ГОСТ Р 50838-95 «Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия».
30. ГОСТ 3634-99 «Люки смотровых колодцев и дождеприёмники ливнесточных колодцев».
31. ГОСТ 8020-90 «Конструкции бетонные и железобетонные канализационных, водопроводных и газопроводных сетей. Технические условия».

32. ГОСТ 30055-93 «Канаты из полимерных материалов и комбинированные. Технические условия».
33. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
34. ППБ-01-93 «Правила пожарной безопасности в РФ».
35. ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасности эксплуатации технологических трубопроводов».
36. ТР 102-08 «Технические рекомендации по проектированию и строительству подземных трубопроводных систем с применением колодцев из полиэтилена».
37. ТПР 901-09-11.84 «Колодцы водопроводные».
38. ТПР 902-09-22.84 «Колодцы канализационные».
39. Дмитриев М. ЗАЗЕМЛЕНИЕ КОЛОДЦЕВ ТРАНСПОЗИЦИИ КЛ 6–500 кВ // Новости ЭлектроТехники № 2(98) 2016.
40. Дмитриев М. Пластиковые колодцы для транспозиции экранов кабелей 6–500 кВ // Журнал ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, № 4 (31) 2015.
41. Дмитриев М. Проектирование и монтаж узлов транспозиции экранов // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, № 2, 2015
42. СТО 56947007-29.060.20.103-2011. Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110–500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена.
43. Дмитриев М. Выбор и реализация схем заземления экранов однофазных кабелей 6–500 кВ // Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», № 6, 2013.
44. Дмитриев М. Пожарная опасность кабельных линий 6–500 кВ в полимерных трубах. // Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», № 2 (47) 2018