

1.3 Конструкции смотровых колодцев и шахтных стволов на сетях водоотведения

Смотровые колодцы и шахтные стволы являются основными сооружениями канализационных сетей.

Для строительства смотровых колодцев первых канализационных сетей использовали только один материал – обожженный клинкер, который применяли в кладке с трассовым раствором. Толщина кладки составляла 36 см и более, в зависимости от величины и глубины колодца. Подобные сооружения были непроницаемы для грунтовой и сточной вод. Каменная кладка была устойчива к химическим воздействиям, чему способствовал и состав сточных вод. Жизнестойкость таких колодцев – более ста лет. Примером могут служить старые канализационные каналы Берлина (рис. 1.50), Петербурга, Москвы, Киева, Харькова (рис. 1.51), и других городов.

После Второй мировой войны камень стал уступать место бетону: имевшие высокое качество колодцы каменной кладки заменяют колодцами из сборных элементов, преимущественно бетонных, причем более крупные колодцы или специальные сооружения изготовляют из монолитного бетона. Осуществляется усиленная механизация подземного строительства. Данный период характеризуется интенсивным развитием канализационных сетей глубокого заложения.

Устраиваемые на канализационных сетях колодцы имеют различное технологическое назначение: смотровые, перепадные, промывные, а также дождеприемники и соединительные камеры.

Смотровые колодцы устраивают на всех системах канализации в местах присоединений, а также в местах изменений направлений, уклонов и диаметров трубопроводов. На прямых участках в зависимости от диаметра труб d их располагают на расстоянии L :

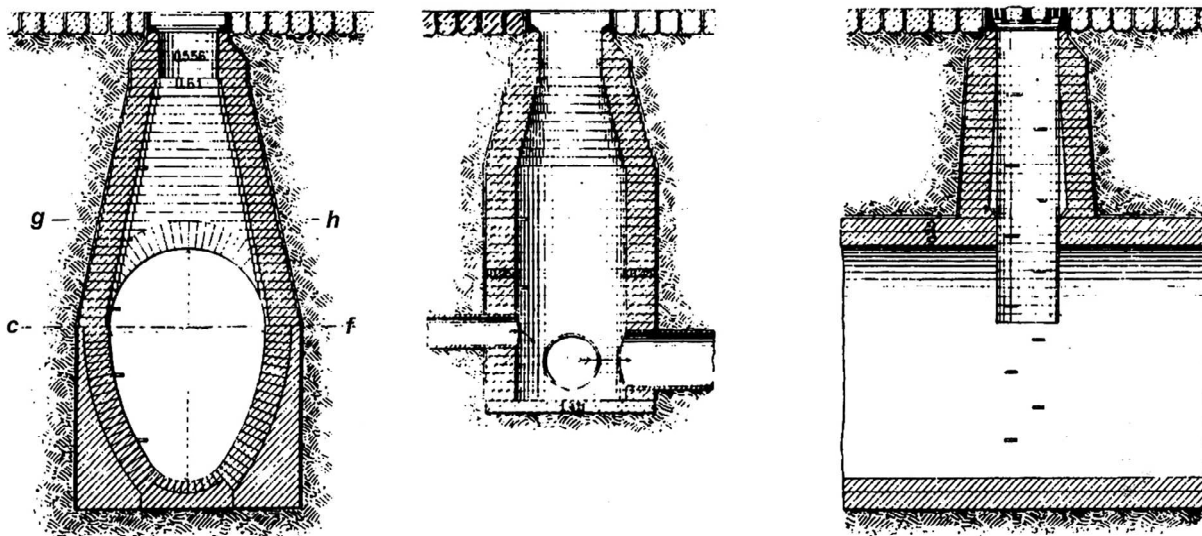


Рис. 1.50. Профили кирпичных смотровых колодцев, построенных в Берлине в 1881 г.



Рис. 1.51. Стена смотрового колодца из клинкерного кирпича, на действующем коллекторе построенного в г. Харькове в начале XX века.

d мм...	150	200–450	500–600	700–900	1000–1400	1500–2000	2000
L, м ...	35	50	75	100	150	200	250–300

Смотровые колодцы, как правило, состоят из рабочей камеры, имеющей размеры, достаточные для удобной работы (высотой 1,8 м), и располагаемой над камерой горловины. Высота горловины зависит от глубины заложения сети. Рабочие камеры по форме в плане устраивают круглыми и прямоугольными.

Рабочая камера сборного железобетонного круглого смотрового колодца с боковым присоединением (рис. 1.52), состоящая из колец, установлена на основание, переход к горловине осуществлен с помощью конуса. Крышка железобетонного люка и полотно проезжей части дороги должны находиться на одном уровне, который регулируется с помощью камней. Колодец закрывается крышкой, для спуска в него предусмотрены скобы. В нижней части рабочей камеры сооружен открытый лоток; трубы в месте соединения со стенкой колодца заделывают цементным раствором состава 1:2.

На трубопроводах диаметром 700; 800–1000 и 1200 мм нормативные диаметры круглых колодцев равны соответственно 1250; 1500 и 2000 мм.

Чтобы рабочая камера прямоугольного типового колодца для коллектора диаметром 700 и 1500 мм (рис. 1.53) соответствовала своему назначению, средняя ее высота должна быть равна 1800 мм, а диаметр составлять не менее 1000 мм. Размеры в плане прямоугольных камер зависят от диаметра наибольшей трубы d : 1000 x 1000 мм при $d = 700$ мм; длиной (по оси трубопровода) 400, шириной 500 мм при $d > 700$ мм. Диаметр круглых камер выбирают с учетом диаметра трубы d : 1000 при $d = 600$ мм, 1250 при $d = 700$ мм, 1500 при $d = 800–1000$ мм и 2000 при $d = 1200$ мм. Размеры в плане камер поворотных и узловых колодцев определяют из условия размещения в них лотков.

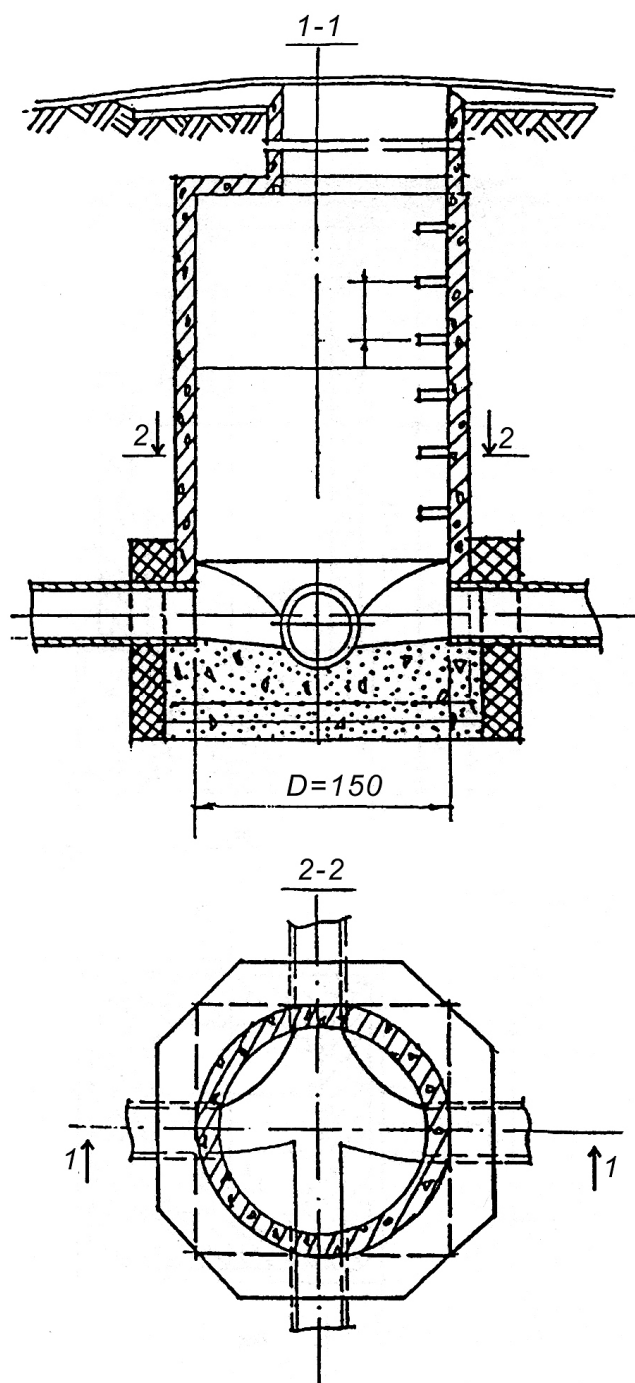


Рис. 1.52. Круглый сборный железобетонный смотровой колодец диаметром 100 см с боковыми присоединениями.

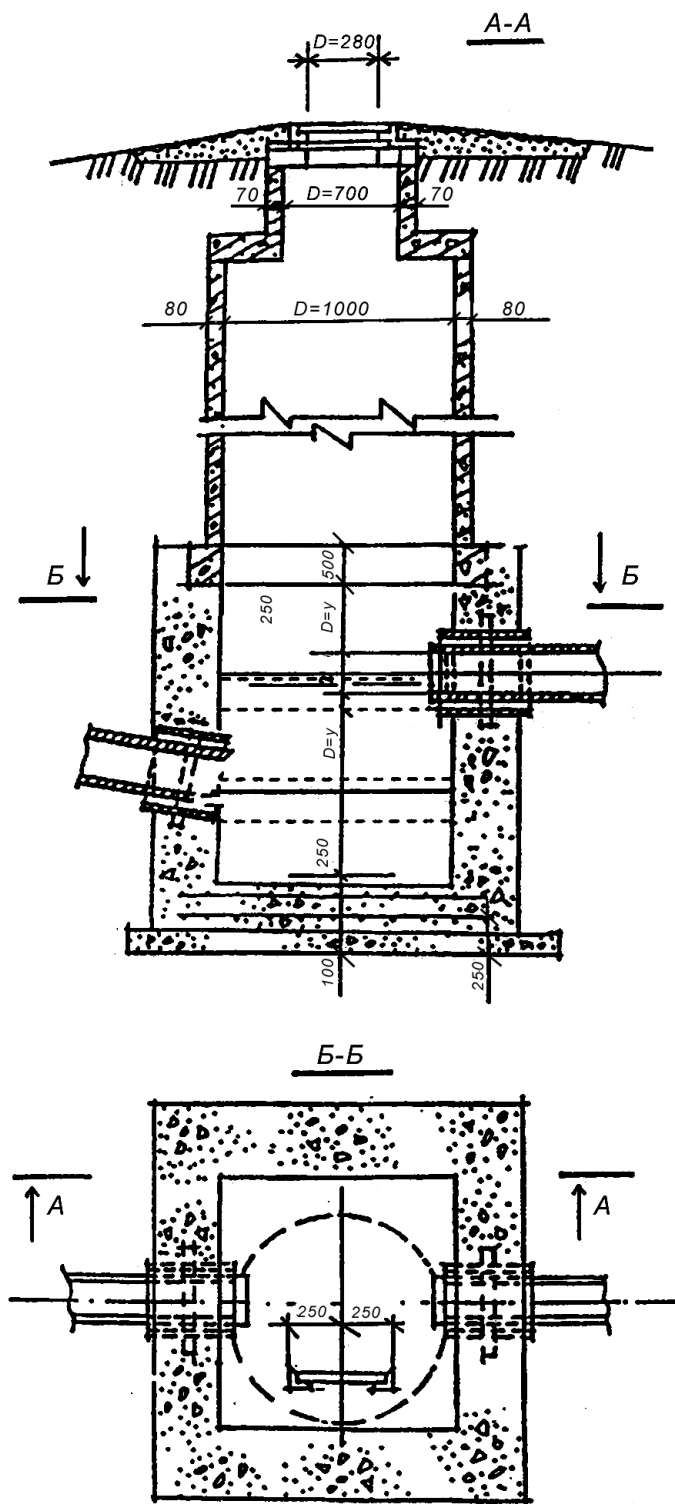


Рис. 1.54. Прямоугольный смотровой колодец с гидравлическим затвором для труб диаметром 600–1600 мм.

Если в сточных водах содержатся легковоспламеняющиеся, горючие и взрывоопасные вещества, устраивают колодцы с гидравлическими затворами (рис. 1.54).

Стоимость строительства колодцев на Украине составляет до 25 % стоимости водоотводящей сети, поэтому снижение этих затрат – задача первостепенной важности.

Согласно норм Германии DIN 19549 под словом «колодец» понимают сооружение, которое служит для приточной аэрации и деаэрации (вытяжной вентиляции) проложенных в земле канализационных коллекторов и каналов, их контроля, ремонта (обслуживания) и чистки, с тем чтобы повысить пропускную способность каналов при подъеме сточных вод, а также для изменения направления, наклона и поперечного сечения каналов (рис. 1.55).

Расстояние между колодцами определяется назначением последних. Согласно ATV-F 241 (издание 1978 г.), для каналов диаметром 1200 мм, оно не должно превышать 50 – 70 м, для каналов диаметром более 1200 мм – 70–100 м.

В последнем издании ATV-A241 (1995 г.) содержится требование, чтобы расстояние между колодцами в каналах всех диаметров, как правило, не превышало 100 м, в непроходных водоводах между колодцами могут быть большие расстояния, в зависимости от эксплуатационных требований.

Раньше иногда допускались бóльшие расстояния между колодцами, в частности в непроходных каналах диаметром 60 – 120 м и в проходных диаметром 150 – 200 м. Колодцы преимущественно были из кирпичной кладки, из монолитного бетона или из сборных бетонных либо железобетонных элементов. В DIN 4034, ч.1, есть требования к применяемым сегодня колодцам или сборным элементам колодцев из бетона и железобетона. Следует также учитывать требования европейского

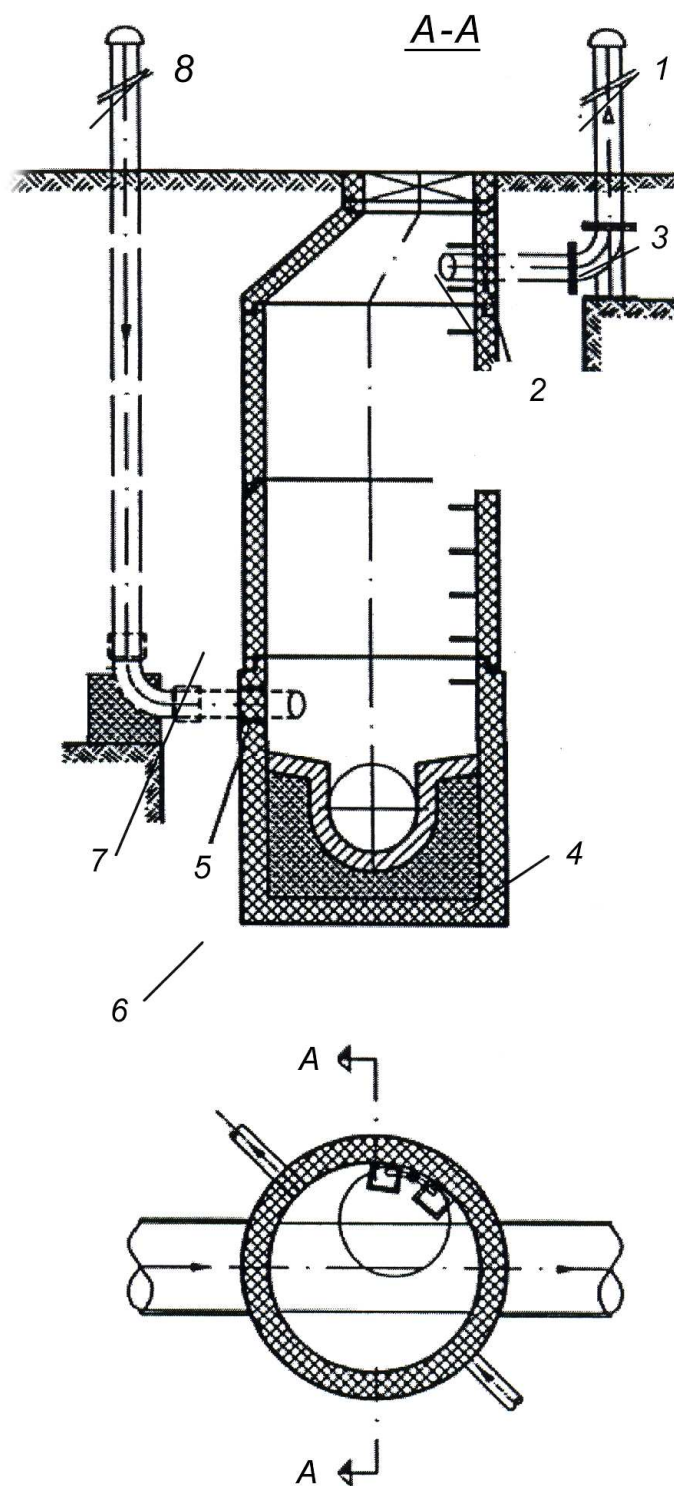


Рис 1.55. Типовой колодец канализационной сети с устройствами для отвода газов:

1 – труба для отвода газов диаметром 150 мм; 2 – обделка колодца препятствующая попаданию грунтовых вод; 3 – стойка для крепления трубы; 4 – грунтовое основание; 5 – шахтное уплотнительное кольцо; 6 – основание шахты; 7 – подставка для трубы; 8 – труба для отвода газов.

стандарта CEN-N93E, область применения, которого распространяется на колодцы и сборные элементы колодцев с круглым или прямоугольным поперечным сечением.

Наряду с колодцами из бетонных и железобетонных сборных элементов уже несколько лет функционируют колодцы из других материалов, например из керамики, цемента с содержанием волокон (фиброцемента), из искусственных материалов, из комбинации различных материалов. Как и прежде, колодцы делают также кирпичными. По ATV-A-241, колодцы из прямого кирпича (в один кирпич) для канализационных каналов с низкой пористостью (DIN 4051, DIN 105) следует изготавливать с заполненными швами, внутри швы должны быть расшиты (группа раствора III с заполнителем). Швы снаружи – гладкие. Предусматриваются также наружный слой штукатурки толщиной 2 см и два слоя дополнительной водонепроницаемой окраски.

Особую форму колодцев представляют перепадные сооружения для выравнивания несоответствия между уклоном дороги и максимальным уклоном трубопровода.

Что касается размеров колодцев, то в DIN 19549 указано следующее: «Колодцы, в которые нужно опускаться, при круглом поперечном сечении должны иметь минимальный внутренний диаметр 1000 мм. Применение колец для колодцев диаметром 800 мм допускается, если под ними есть рабочее помещение диаметром 1200 и высотой 2000 мм. Минимальные размеры колодцев прямоугольного сечения 800 × 1000 мм, квадратного сечения – 900 × 900 мм.

По ATV-A241 (1995г.) минимальная ширина четырехугольных колодцев составляет 1 м. Если колодец имеет круглое основание, его диаметр в свету – не менее 1 м.

Вершину колодца образует перекрытие. Оно состоит из рамы, грязеуловителя и крышки. Что касается отверстия в свету перекрытия

колодца, то к нему существовали различные требования. В публикациях 1896 и 1925 гг. для круглых смотровых отверстий в свету указаны размеры 556 и 600 мм, до 700 мм, а для прямоугольных – 556 мм × 556 мм и 800 × 1000 мм.

По DIN EN 124 минимальный диаметр должен составлять 600 мм.

Все части колодца, включая его соединения, согласно DIN 19549 и DIN 19550 должны быть водонепроницаемыми против внутреннего и наружного напора воды до 0,5 бар.

Соединения бетонных колец крепления ствола колодца в течение десятков лет уплотнялись исключительно цементным раствором. С появлением пластичных уплотнителей и уплотняющих эластомерных колец положение изменилось. Согласно ATV-A241 (1978 г.), если соединения сборных элементов колодцев должны нести также и вертикальные нагрузки, допускаются и другие способы уплотнения в том числе:

1. С помощью пластичных уплотняющих средств.

Применяемые замазки (мастики, шпаклевки) и ленты должны соответствовать DIN 4062. Перед уплотнением на поверхности следует нанести краску. Монтаж колец крепления ствола колодца осуществляют с помощью прокладок, например замоноличиванием наружных и внутренних швов.

2. Заделка цементным раствором.

Применяют, когда нет подъема грунтовых вод и не предъявляются специальные требования к уплотнению (это не относится к раствору с особыми свойствами). Цементный раствор должен соответствовать DIN 1045. Перед его нанесением поверхности необходимо смочить.

3. Уплотнение с помощью битумных растворов.

В колодцах, находящихся в грунтовых водах для уплотнения швов можно дополнительно выполнить стыковую накладку (с предварительной

окраской наружной поверхности).

4. Применение эластичных уплотняющих средств.

Эластичные уплотняющие средства используют в сборных элементах с соответствующим образованием соединительных элементов.

Измерение уплотняющих средств производят в соответствии с DIN 4060.

ATV-A241 (1995 г.) и DIN 4034 больше не допускают применения пластичных уплотняющих средств. Вместо этого DIN 4062 предписывает герметизировать швы уплотняющими средствами из эластомеров. Уплотненные таким образом сборные элементы колодцев имеют либо фальцевые соединения, либо раструбные. Новые системы соединения направлены на то, чтобы передавать грузопереносящие и грузораспределяющие функции не на слой цементного раствора, а на специальное грузопередающее кольцо, скомбинированное с уплотнением из эластомера.

Заслуживают внимания основные требования к смотровым шахтам и смотровым колодцам в странах Европы, которые принимаются во внимание при выборе материалов и конструкций для их строительства и ремонта.

Герметичность. Это обязательное требование можно выполнить благодаря использованию соответствующего материала и его хорошей укладке. Оптимальным материалом является пластмасса, которая обеспечивает необходимую надежность соединения элементов шахты. Считается, что количество дефектов в простых торцовых соединениях значительно меньше, чем в сложных.

Как показывает зарубежный опыт, сегодня шахту можно установить с помощью одного или двух человек, а соединение шахтных труб выполняется довольно просто – с помощью соединительной муфты. Все дополнительные работы (сверление или распиливание) приводят к новым

дефектам и увеличивают затраты на ремонт.

Прочность конструкций. Прочность шахтных конструкций должна обеспечивать возможность их применения в районах движения тяжелого транспорта.

Существует мнение, что, для того чтобы выдерживать большие нагрузки, шахтные системы должны быть тяжелыми. Однако оно опровергается практикой многих стран, в том числе Скандинавии, где уже в течение 15 лет в районах с большими нагрузками от грузового транспорта успешно применяются преимущественно пластмассовые шахтные системы. В шахтах используются так называемые плавающие, или телескопические, покрытия и совершенно отказались от бетона в качестве материала опоры. В результате не стало поломок в горловине шахты, появилась возможность подгонки элементов на месте в случае изменения высоты.

Благодаря применению полипропилена (ПП) и техники гофрирования труб сейчас изготавливаются прочные шахтные системы, обладающие гибкостью при высоких нагрузках и хорошей абсорбцией.

Такие нагрузки могут восприниматься жесткими шахтами, конструкции которых выполнены из искусственных материалов и имеют гладкие неповрежденные стенки. Высокие нагрузки, которые могут выявиться на этапе строительства или при усадке почвы, принимают на себя гофрированные трубчатые конструкции. Благодаря применению плавающих (телескопических) покрытий нагрузки от тяжелого грузового транспорта отводятся в землю, что является преимуществом данной конструкции.

Небольшие затраты на техническое обслуживание, возможность инспектирования. Этим требованиям удовлетворяют легкие системы с гладкими, без пор, поверхностями. Благодаря применению искусственных материалов (пластмасс) можно увеличить

интервалы между инспектированиями и таким образом сэкономять значительные средства. Небольшие шахтные системы облегчают техническое обслуживание и позволяют производить его с помощью доступного оборудования.

Коррозионная стойкость. Данную проблему можно решить путем правильного выбора рабочего материала, причем речь идет об искусственных материалах, которые имеют значительное преимущество перед традиционными (рис. 1.56).

Длительный срок службы и надежность. Применение высококачественных искусственных материалов и рациональный выбор конструкции увеличивают продолжительность эксплуатации шахтных систем, которая может достигать более пятидесяти лет.

Химическая стойкость. В настоящее время многие транспортные контейнеры для агрессивных химикатов выполнены из искусственных материалов, таких, как пропилен или полиэфир.

Эти материалы в течение многих лет успешно используются в различных отраслях промышленности.

Экономичность. При определении экономичности ремонта шахт следует учитывать все важные аспекты, такие как укладка, техническое обслуживание и срок службы шахтных систем. Применение искусственных материалов, как правило, дает лучшие результаты, чем использование традиционных – бетона или кирпича.

Простота монтажа. Как показывает зарубежный опыт, едва ли можно найти другой такой заводской материал, который имел бы столько преимуществ, как пластмасса. Она используется не только для небольших стволов сечением 300 и 400 мм, но и для шахтных систем сечением до 1000 мм, которые легко могут транспортировать и устанавливать два человека. Простые штекерные соединения (торцовые соединения) дополняют эти преимущества.

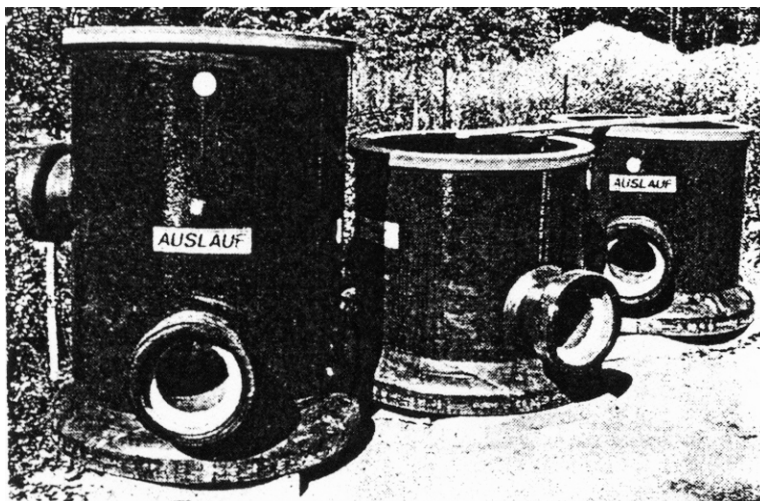


Рис. 1.56. Смотровые колодцы глубиной до 6000 м и сечением до 3000 мм с внутренней облицовкой из клинкерного кирпича.

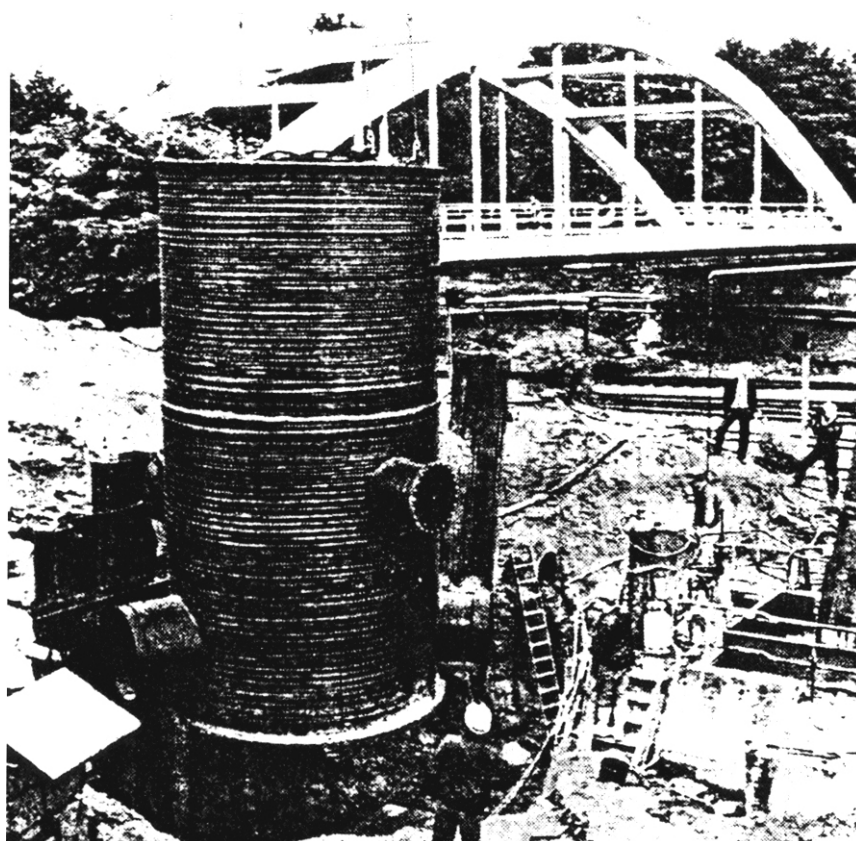


Рис. 1.57. Смотровые колодцы глубиной до 6000 мм из полиэтилена высокого давления (сечение до 3000 мм).

Многообразие конструкций. Благодаря применению пластмасс, особенно полиолефинов, можно создавать разнообразные конфигурации конструкций.

Требование безопасности (надежности) эксплуатации. Этому требованию полностью отвечают прочные и стабильные системы из пластмассы сплошной заливки, изготовленные заводским способом, позволяющие обходиться без дополнительных работ (рис. 1.57).

Несмотря на то, что в Украине промышленность в состоянии производить смотровые колодцы, отвечающие перечисленным требованиям, однако из-за отсутствия общепринятых норм в последнее время их все чаще строят с нарушением. Основные недостатки: негерметичность соединений элементов колодцев – требуется дополнительная заделка пластичными герметиками; ненавинчивающиеся скобы для спуска в колодец – при смене скоб пробивают стенку колец труб (толщина 90 мм). Замоноличивание, как правило, не обеспечивает водонепроницаемости. Места соединения сборных элементов необходимо замоноличивать таким образом, чтобы они были подвижными.

Очевидно, что смотровые колодцы должны иметь такой же срок службы, как и канализационные трубы. Достичь этого можно, используя сборные элементы, необходимые эксплуатационные характеристики которых обеспечены при производстве. Для этого эксплуатационщики канализационных сетей должны выработать единые требования к качеству сборных элементов смотровых колодцев; к их водонепроницаемости, устойчивости к химическим воздействиям, способности обеспечить легкую прокладку труб без больших затрат, а производитель сборных элементов смотровых колодцев – расширить их ассортимент, используя для изготовления разнообразные материалы. Это позволит при эксплуатации колодцев лучше приспособливаться к местным условиям.

Смотровые шахтные стволы располагаются на канализационных коллекторах глубокого заложения в крупных городах Украины построены, как правило, закрытым способом с использованием щитовых комплексов ТЩ 2,1; 2,56; 3,2; 3,7 и 4 м. Только в течение 1966–1977 гг. в Харькове было введено в эксплуатацию 50 км канализационных тоннелей глубокого заложения с 90 смотровыми и перепадными шахтными стволами.

Решение о строительстве коллектора глубокого заложения было принято в связи с тем, что подземная зона Харькова имеет сложное геологическое строение. Так, до глубины 15–20 м здесь залегают алювиальные обводненные пески и песчаники, ниже идут глины киевского яруса высотой до 15 м и, наконец, – бучакские пески, которые имеют свойства плывунов.

Конструктивные решения большинства шахтных стволов – прямоугольное в плане строение с лестницами и переходными площадками (рис. 1.58). Облицовка шахт железобетонная, проектная толщина ее от 250 до 500 мм в зависимости от действующей внешней нагрузки. При строительстве, как правило, использован сульфатостойкий бетон В 15.

Большинство действующих стволов канализационных коллекторов Харькова имеют глубину до 20 м и только 13 стволов – глубину от 21 до 53 м. Наибольшая глубина смотрового шахтного ствола в г. Киеве равна 92 м. При строительстве шахтных стволов применяются: жесткая металлическая армировка; канатная; жесткая смешанная (металлические расстрелы и деревянные проводники, деревянные проводники, деревянные расстрелы с металлическими проводниками).

С увеличением глубины заложения и площади сечения шахтных стволов, срок службы которых в большинстве случаев превышает 50 лет, возрастают требования к их надежности.

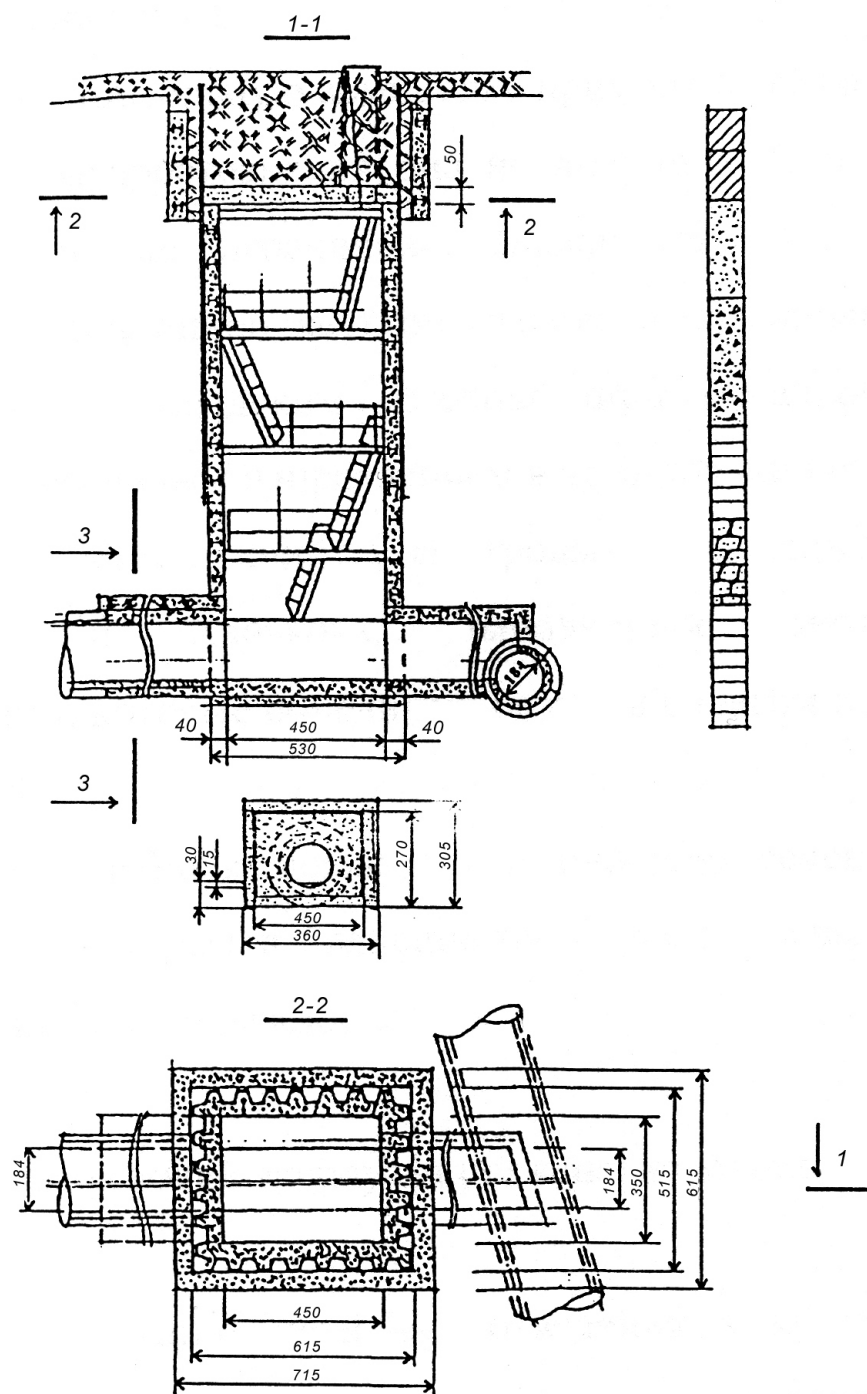


Рис. 1.58. Смотровой шахтный ствол канализационного коллектора глубокого заложения в г. Харькове.