

Опускные колодцы.

Опускной колодец представляет собой открытую сверху и снизу железобетонную (реже стальную, бетонную или каменную) конструкцию (рис. 1), стены которой в нижней части имеют заострения (консоли), обычно усиленные металлом (ножи). Опускные колодцы погружаются в грунт под действием собственного веса по мере разработки и удаления грунта, расположенного в полости колодца и ниже его ножа.

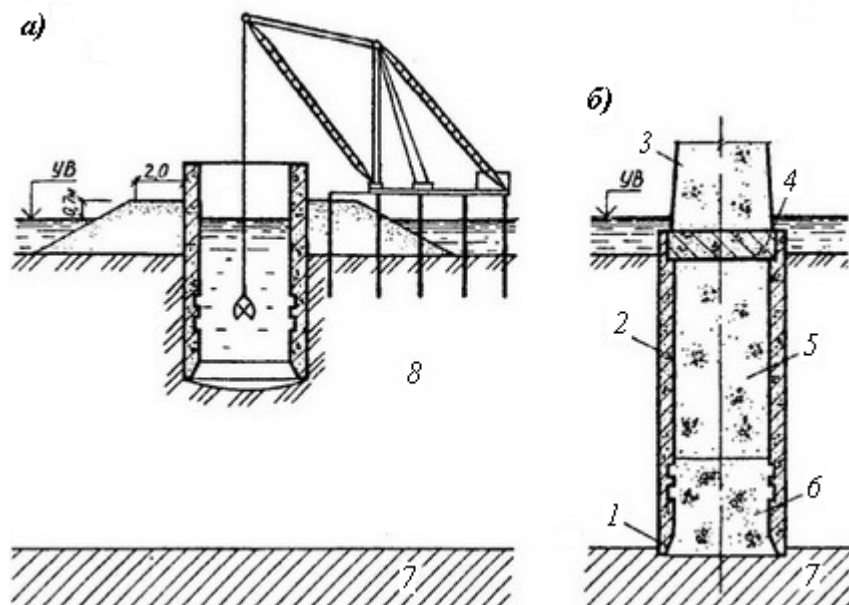


Рисунок 1. Опускной колодец: а — погружение колодца; б — фундамент в виде опускного колодца; 1 — консоли; 2 — стенки колодца; 3 — надфундаментная часть опоры; 4 — железобетонная плита; 5 — бетон, уложенный насухо; 6 — подводный бетон; 7 — прочный грунт; 8 — слабый грунт.

Стены колодцев либо сооружают сразу на полную высоту, либо наращивают по мере погружения колодцев в грунт (рис. 1,а). Погружение опускных колодцев в грунт производят с откачкой или без откачки воды из их полости. После достижения опускным колодцем проектной глубины заложения фундамента полость колодца целиком (рис. 1,б) или частично заполняют бетонной смесью сначала подводным способом, а затем насухо. В верхней части колодца сооружают распределительную железобетонную плиту, на которой впоследствии ведут кладку надфундаментной части опоры; в некоторых случаях такую плиту не делают.

Опускные колодцы применяют в случаях расположения грунтов с достаточной несущей способностью на больших (более 5—8 м) глубинах, когда сооружение фундаментов в открытых котлованах из-за сложности крепления их стен экономически нецелесообразно или технически неосуществимо. Так как в подобных случаях кроме опускных колодцев можно применять фундаменты из свай или оболочек, выбор типа фундамента производят на основе технико-экономического сравнения вариантов. Достоинством фундаментов из опускных колодцев является возможность их погружения без использования сложного технологического оборудования. Недостатками их являются большой объем кладки и значительные трудности, возникающие при встрече колодцев в водонасыщенных грунтах с препятствиями в виде крупных валунов, скальных прослоек, топляков и т. п. Устранение таких препятствий возможно лишь после откачки воды из колодцев, что при водонасыщенных грунтах не всегда удается сделать. Трудности, связанные с необходимостью осушения колодца, возникают и при посадке его на скальный грунт, поверхность которого не бывает строго горизонтальной и нуждается в планировке для возможности опирания на него колодца по всему периметру.

Очертание и габаритные размеры опускного колодца в плане определяются формой и размерами поперечного сечения надфундаментной части сооружения на уровне обреза фундамента, а также несущей способностью грунта, на который намечается опереть колодец. Фундаменты из опускных колодцев для опор мостов имеют, как правило, вытянутую

в плане прямоугольную форму (рис. 2,а,б), либо форму, близкую к прямоугольной, но отличающуюся от нее закруглениями в углах (рис. 2,в,г), либо вытянутую форму с короткими сторонами в виде полуокружности (рис. 2,д); применяют также круглые колодцы (рис. 2,е). Прямоугольные колодцы проще в изготовлении, но погружать их в грунт тяжелее, чем колодцы с очертаниями в плане, показанными на рисунке 2, в – е. В связи с этим колодцы прямоугольного очертания применяют, в основном, в случаях, когда надо преодолеть слой легкопроходимого грунта толщиной не более 10 м. На уровне верха опускного колодца (на уровне обреза фундамента) устраивают уступы во всех направлениях шириной не менее $1/50$ глубины погружения колодца и не менее 40 см. Это позволяет обеспечить проектное положение надфундаментной части опоры при возможных смещениях верха колодца в плане. От горизонтального давления грунта в наружных стенах колодца возникают изгибающие моменты. Уменьшения этих моментов достигают устройством внутренних стен (рис. 2,б - д). Расстояния в свету между стенами (размеры шахт) должны быть достаточными для нормальной работы землеройных снарядов. При грейферной разработке грунтов размеры шахт должны минимум на 0,5 м превышать размер грейфера в раскрытом состоянии. Размеры шахт в плане обычно принимают от 2 до 5 м.

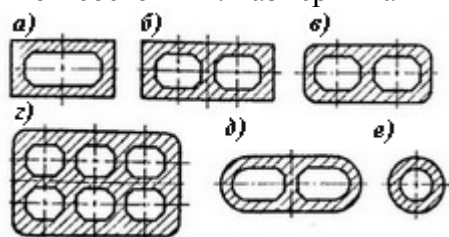


Рисунок 2. Формы опускных колодцев в плане: а — прямоугольная; б — прямоугольная с внутренней стеной; в, г — прямоугольные с закруглениями в углах; д — вытянутая с короткими сторонами в виде полуокружности; е — круглая.

При погружении колодцев на глубину 8—10 м их наружные поверхности делают вертикальными (рис. 3,а). В случаях погружения колодцев на большую глубину приходится преодолевать значительные силы трения, возникающие между наружными поверхностями колодцев и грунтом. Для обеспечения погружения колодцев в этих случаях их наружные поверхности делают с одним или несколькими уступами (рис. 3,б) шириной не менее 10 см, из которых первый располагают на высоте 2—4 м от низа колодца. Иногда вместо уступов наружным поверхностям придают наклоны, сохраняя вертикальность этих поверхностей лишь в пределах нижней части колодцев высотой 3—4 м (рис. 3,в). При развитии уступов или увеличении наклонов наружной поверхности колодца облегчается его погружение в грунт, но в то же время колодец в процессе погружения становится менее устойчивым, легче кренится и смещается в стороны, что затрудняет обеспечение его проектного положения. В связи с этим развитие уступов и наклоны наружных поверхностей колодцев ограничивают прямыми, имеющими наклоны не более 20:1. Толщину наружных стен железобетонного колодца обычно принимают равной 0,7—1,5 м, а внутренних 0,5—1 м. Принятая толщина стен должна обеспечить вес колодца, достаточный для преодоления сил трения грунта о колодец, препятствующих его погружению.

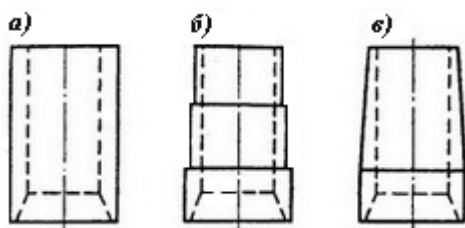


Рисунок 3. Наружные стены опускных колодцев: а — вертикальные; б — с уступами; в — наклонные.

Резкого снижения сил трения грунта о колодец удастся достичь применением тиксотропной рубашки. В этом случае колодец изготавливают с одним уступом шириной до 15 см, расположенным в его нижней части, и вертикальной боковой поверхностью независимо от размеров и глубины погружения колодца в грунт. Тиксотропная рубашка образуется

из глинистого раствора, нагнетаемого через специальную трубу (в процессе погружения колодца) в пространство между наружной поверхностью колодца и грунтом. Применение тиксотропных рубашек позволяет снизить толщину стен колодцев до 0,4—0,6 м. Стены колодцев армируют горизонтальной и вертикальной арматурой. Площадь сечения арматуры определяют, как правило, расчетом на усилия, возникающие в процессе погружения колодцев.

Нижние части наружных стен (консоли) колодцев устраивают переменного сечения по высоте. Консоли, как правило, заканчиваются стальными ножами с горизонтальной площадкой (банкеткой) шириной 0,15—0,20 м (рис. 4, а) или заостренными (рис. 4, б). Чтобы исключить возможность опирания внутренних стен колодца на грунт, их низ располагают выше низа наружных стен на 0,5 м (рис. 4, а). Для возможности сообщения между шахтами во внутренних стенах предусматривают проемы или низ этих стен располагают не менее чем на 2 м выше ножа колодца. Выше консоли (на расстоянии не менее чем 2,2 м от низа колодца) в наружных и внутренних стенах колодцев устраивают штрабы глубиной 25—30 см и высотой 80—100 см (рис. 4), обеспечивающие надежную связь между стенами колодца и бетоном заполнения, а также возможность в случае крайней необходимости устройства потолка для превращения опускаемого колодца в кессон.

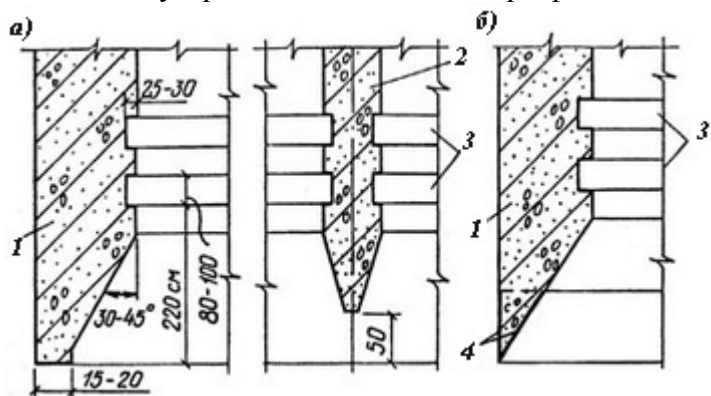


Рисунок 4. Нижняя часть опускаемого колодца: а — с банкеткой; б — с заостренным ножом; 1 — наружная стена; 2 — внутренняя стена; 3 — штрабы; 4 — обшивка из металла.

По опыту построенных сооружений расход бетона на изготовление колодцев в общем объеме кладки фундаментов изменяется от 10% для колодцев-оболочек, заполняемых сплошь бетоном, до 90% для толстостенных колодцев без бетонного заполнителя. Расход арматуры на 1 м³ кладки колодцев изменяется от 50 кг для массивных конструкций до 300 кг для колодцев-оболочек, принудительно погружаемых в грунт.

В зависимости от конструктивных особенностей сооружений, объемов работ и местных условий бетонные и железобетонные колодцы изготавливают из монолитного или сборного железобетона. Целесообразность применения того или другого вида колодцев определяется исходя из результатов сравнения стоимости работ и затрат труда. В фундаментах опор мостов применяют преимущественно железобетонные колодцы; бетонные колодцы используют для фундаментов площадью до нескольких десятков квадратных метров при глубине заложения до 20 м. При небольших объемах работ монолитные, бетонируемые на месте погружения колодцы применяют более часто, так как доставка сборных конструкций или их изготовление вблизи объекта во многих случаях связаны с необходимостью значительных дополнительных затрат средств и времени.

В подавляющем большинстве случаев фундаменты мостов сооружают из одного колодца монолитной и очень редко сборно-монолитной конструкции. Два колодца и больше в одном фундаменте в настоящее время встречаются при сборных конструкциях, например, колодцах-оболочках, погружаемых в грунт принудительно. На фундаменты из одного колодца ориентируются, как правило, при необходимости опускания бетонируемых на месте колодцев под действием собственного веса. На сооружение таких фундаментов затрачивается меньше времени по сравнению с фундаментами из нескольких колодцев.

Комплекс работ по возведению каждого фундамента включает подготовку площадки для бетонирования и опускания колодца, его изготовление, погружение в грунт и устройство бетонной подушки в основании колодца или же заполнение его полости бетонной смесью.

Способ изготовления и погружения колодцев в грунт выбирают в зависимости от их конструкции, глубины водотока, скорости течения воды, физико-механических свойств грунтов, в которые заглубляют колодцы, и результатов технико-экономического сопоставления различных вариантов производства работ.

На суходолах колодцы изготавливают или монтируют из сборных элементов на предварительно спланированной площадке. В пределах русла реки колодцы бетонировать и опускать с искусственных островков, отсыпанных из песчаных или гравийно-песчаных грунтов методом гидромеханизации. При глубине водотока до 2 м и скорости течения, исключающей возможность размыва грунта, островки отсыпают с естественными откосами (рис. 5,а). С увеличением глубины водотока возрастает объем островков, а главное они начинают сильно стеснять живое сечение реки, что приводит к размывам дна и самих островков, поэтому при глубине водотока более 2 м островки отсыпают в ограждения, сооружаемые из деревянных щитов, ряжей или деревянного шпунта (рис. 5,б). Если глубина водотока превышает 6 м, островки отсыпают в ограждения из стального шпунта (рис. 5,в) или из специально изготовленных оболочек — преимущественно круглой в плане формы.

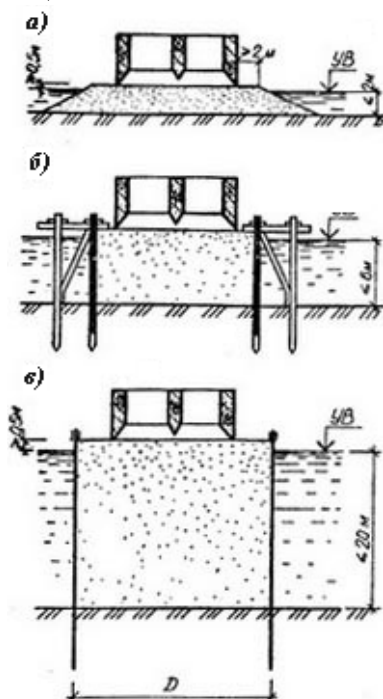


Рисунок 5. Схемы искусственных островков для изготовления и опускания колодцев: а — островок с естественными откосами; б — островок в деревянном шпунтовом ограждении; в — островок в цилиндрическом ограждении из стального шпунта

В тех случаях, когда по каким-либо причинам сделать островок невозможно или экономически нецелесообразно, первую секцию колодца изготавливают на подмостях над местом погружения в грунт (рис. 6,а) или же на берегу с последующей доставкой на место и опусканием с помощью плавучих подмостей (рис. 6,б). В подобных случаях нижнюю секцию колодца целесообразно делать из железобетона со стенами толщиной 15—20 см, а верхние секции — бетонными со стенами, толщину которых назначают исходя из веса, требуемого для нормального опускания колодца в грунт.

Для разработки грунтов и удаления их из колодцев используют грейферы. При опускании колодцев в водонасыщенные пески на глубину более 15 м целесообразно использовать эрлифт, поскольку такие грунты легко вымываются из ковша грейфера при его подъеме через значительную толщу воды.

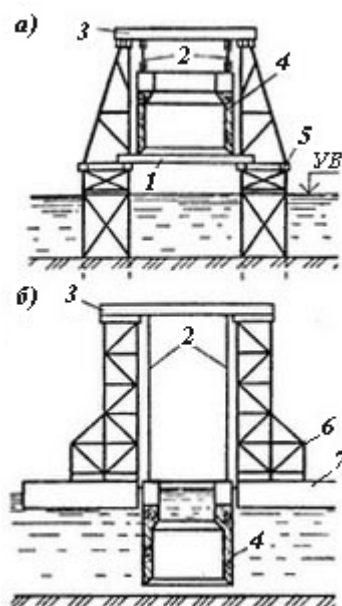


Рисунок 6. Схемы опускания колодцев а — со стационарных подмостей; б — с плавучих подмостей; 1 — сборно-разборные подмости для изготовления нижней секции колодца; 2 — полиспасты; 3 — несущая балка; 4 — нижняя секция колодца; 5 — свайно-рамные подмости; 6 — надстройка из инвентарных конструкций; 7 — понтоны КС.

Иногда колодцы «зависают» в грунте из-за того, что их собственного веса оказывается недостаточно для преодоления сил трения грунта о боковую поверхность колодца. В таких случаях практикуют увеличение веса колодца или же стремятся уменьшить силы трения. Для утяжеления колодца его нагружают очередной секцией или дополнительно пригружают камнем, грунтом, бетонными массивами и т. п. Для уменьшения сил трения применяют подмыв, который осуществляют путем подачи напорной воды через систему трубок, расположенных в двух-трех ярусах по высоте колодца (слева на рис. 7). Хорошие результаты получают при использовании так называемой «тиксотропной рубашки», представляющей собой слой глинистого раствора толщиной 10—12 см, который, окружая колодец по периметру (справа на рис. 7), изолирует его от соприкосновения с грунтом, вследствие чего резко снижаются силы трения грунта о боковую поверхность колодца; остается только трение в пределах его нижней части. Иногда для этой цели используют воду.

После заглубления колодца в грунт до проектной отметки производят освидетельствование основания, чтобы удостовериться в его надежности и соответствии проекту. Затем в нижней части колодца бетонируют подушку, а шахты заполняют песком или бетонной смесью, укладываемой насухо или же под воду. При отсутствии сплошного бетонного заполнения в верхней части колодца сооружают железобетонную плиту, на которой впоследствии будет возведена надфундаментная часть опоры.

Сборные колодцы (рис. 8) состоят из отдельных железобетонных секций высотой 0,5 м и ножа, соединенных между собой вертикальными стальными тяжами диаметром 28—36 мм. Для уменьшения вероятности затирания колодца при погружении его в грунт нож имеет наклонную поверхность, выступающую на 10 см за пределы наружной стены колодца. Изготовленные на полигоне секции монтируют на заранее спланированной площадке. В теплое время года на каждую секцию перед установкой последующей укладывают слой цементно-песчаного раствора толщиной 1,5 см. В зимнее время между секциями укладывают металлические прокладки толщиной 15 мм для образования зазоров с последующим заполнением их цементно-песчаным раствором.

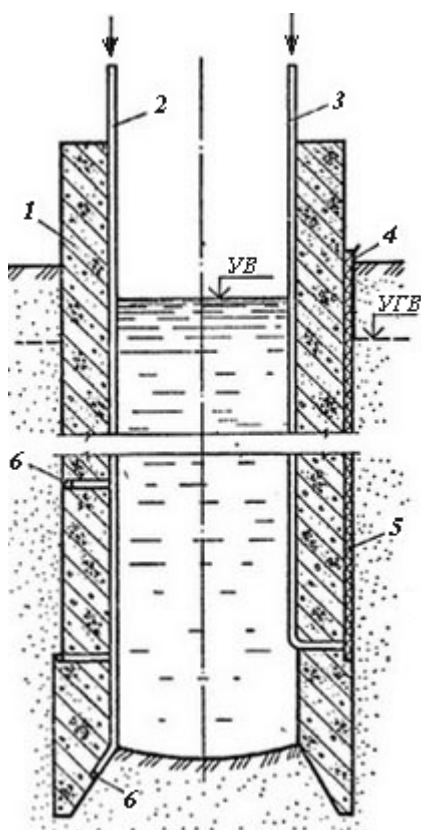


Рисунок 7. Схема опускового колодца с устройствами для подмыва грунта (слева) и для создания тиксотропной рубашки (справа) 1 — стена колодца; 2 — трубка для подачи воды; 3 — то же, глинистого раствора; 4 — ограждение (форшахта) от осыпания грунта; 5 — тиксотропная рубашка; 6 — водоразводящая трубка.

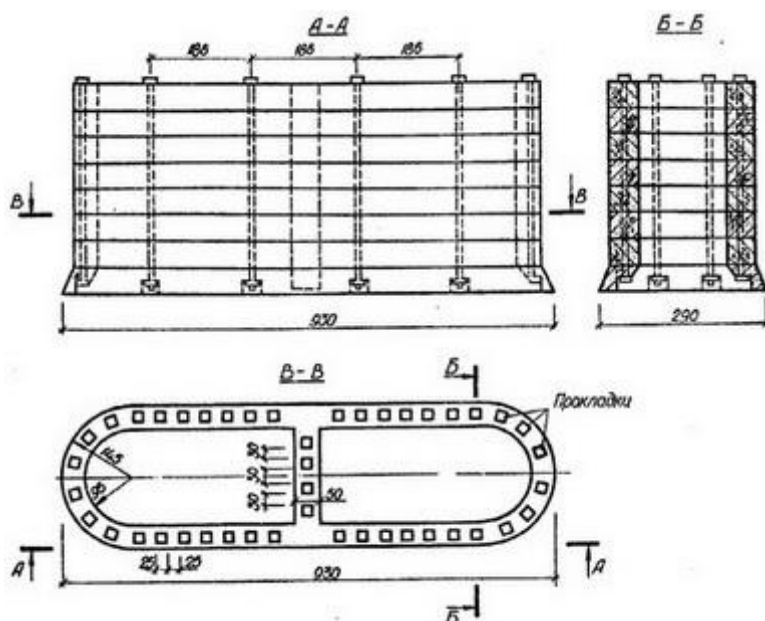


Рисунок 8. Сборный опусковой колодец.

По окончании монтажа опускового колодца в отверстия в стенах устанавливают металлические тяжи и стягивают ими секции между собой. Отверстия с закрепленными в них тяжами заполняют цементным раствором. Грунт из полости колодца удаляют грейфером. После опускания колодца до проектной отметки его полость заполняют бетоном.