СПОСОБЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Подземные сооружения в зависимости от гидрологических условий и глубины заложения осуществляют различными способами, основными из которых являются: - открытый, "стена в грунте", опускной.

Открытый способ основан на отрывке котлована с естественными откосами или шпунтовым ограждением, на дне которого возводят подземное сооружение. По окончанию работ котлован засыпают грунтом. Способ применяют при сравнительно небольшой глубине сооружения (до 15 м) и преимущественно в сухих грунтах.

Открытый способ значительно облегчает условия возведения подземных сооружений, так как могут быть применены высокопроизводительные машины общестроительного типа и крупноразмерные конструкции при неограниченном фронте работ. Открытым способом могут быть возведены подземные сооружения любого назначения, закладываемые на небольшой глубине от поверхности земли под свободной от застройки территорией. Особенно целесообразно применять открытый способ ведения работ при строительстве станций метрополитена, камер съездов, городских транспортных и пешеходных тоннелей, при возведении переходных участков от подземных линий метрополитена к наземным, при врезке горных тоннелей в пологие склоны и т.п.

В городских условиях, где трасса тоннеля метрополитена или коллектора пересекает жилые кварталы с большим числом зданий, сооружений и подземных коммуникаций, вопрос о выборе способа ведения работ необходимо решать на основе технико-экономического сравнения вариантов. Недостатками открытого способа строительства подземных сооружений являются: нарушение нормальной жизни города на длительный период; необходимость переноса значительной части инженерных сетей и коммуникаций, попадающих в зону ведения работ; необходимость усиления фундаментов расположенных вблизи зданий и сооружений, а в некоторых случаях их сноса; устройство временных мостов через котлованы и водоотводы.

При строительстве открытым способом необходимо проектировать земляные работы по рытью котлованов и траншей. Выбор между котлованным и траншейным способами следует также осуществлять на основе технико-экономического сравнения вариантов. Если трассу проектируют под широкой уличной магистралью, где тоннель будет занимать не всю ширину проезжей части или где возможно использование для движения городского транспорта другой магистрали, обычно целесообразно применение котлованов с наклонными стенами, расположенными под углом естественного откоса пород.

В стесненных условиях применяют котлованы с вертикальными стенами или траншейный способ. Котлованы и траншеи с вертикальными стенами необходимо закреплять. Лучшими видами крепи являются инвентарные металлические или деревянно-металлические, хотя часто применяют деревянные конструкции. При выборе типа крепи стенок котлована или траншеи следует принимать такие виды ограждений, которые позволяют осуществлять выемку породы механизированным способом. При расположении уровня подземных вод выше подошвы подземного сооружения в зависимости от свойств водоносных пород необходимо применять искусственное водопонижение, шпунтовое ограждение, искусственное замораживание или другие способы.

При проектировании строительства объектов в условиях действующих предприятий и городской застройки, особенно в водонасыщенных породах, наиболее рационально применение шпунтовых ограждений. Однако вследствие значительной стоимости и трудоемкости устройства и больших затрат материалов в каждом конкретном случае проектирования необходимо решать вопросы целесообразности их применения в данных условиях и выбора наиболее рациональных типов ограждения. Тип шпунтов выбирают в процессе разработки проекта производства работ с учетом наличия или возможности получения их строительной организацией.

Проект организации работ в котлованах с откосами отличается большей простотой. Здесь можно использовать высокопроизводительные экскаваторы и другие землеройные машины. Крутизну откосов принимают равной углу внутреннего трения пород с учетом глубины котлована.

Для возведения обделки по спланированному дну котлована предусматривают устройство щебеночной подготовки толщиной 10 см с покрытием ее стяжкой толщиной 5 см из цементного раствора или укладывают тощий бетон. При проектировании монолитной обделки в котловане с вертикальными стенками на подготовленном основании предусматривают в первую очередь возведение защитных стенок на полную высоту. В котлованах с откосами защитные стенки можно также возводить сразу на полную высоту и использовать их в качестве наружной опалубки, однако в этом случае стенки должны быть несущими.

Для возведения полносборной или комбинированной обделки применяют монтажные краны, грузоподъемность которых зависит от массы наиболее тяжелого конструктивного элемента. Удобно с точки зрения организации работ на строительной площадке использовать козловые краны, перемещающиеся вдоль котлована по рельсам, проложенным на определенном расстоянии от бровок котлована. При строительстве городских транспортных и пешеходных тоннелей, а также многопролетных станций метрополитена в связи с большой общей шириной монтируемого сооружения козловые краны не применяют. Для монтажа конструкций в этих условиях используют стреловые самоходные краны грузоподъемностью 12—25 т.

При траншейном способе в первую очередь предусматривают проходку траншей, в которых возводят стены подземного сооружения, а затем разрабатывают котлован для перекрытия. Выемку ядра тоннеля осуществляют закрытым способом под защитой возведенной обделки.

Строительство подводных тоннелей, расположенных непосредственно под зеркалом воды, осуществляют способом погружения крупных секций. В проекте на строительство подводного тоннеля предусматривают следующие работы: разработку подводного котлована и подготовку основания тоннеля, транспортирование на плаву секций к месту опускания, опускание секций под воду на проектную отметку и их стыкование, ликвидацию временных торцевых перегородок в секциях, устройство постоянной гидроизоляции и внутренних конструкций на участках стыкования, обратную засыпку котлована до уровня естественного дна водоема. Глубину котлована определяют в зависимости от проектного профиля тоннеля (на практике она не превышает 40 м от уровня воды).

Способ "стена в грунте"

Сущность этого способа состоит в том, что в грунте сначала возводят из монолитного бетона (железобетона) или сборных железобетонных элементов конструкции ограждающих стен подземного сооружения, а затем под их защитой разрабатывают грунтовое ядро, устраивают днище и строят внутренние конструкции. Обычно ограждающие стены выполняют роль и фундамента (опоры) подземного сооружения.

Применяют два типа стен, возводимых способом "стена в грунте": свайные — образуемые из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай и траншейные — образуемые сплошной стеной из монолитного, бетона (железобетона) или сборных железобетонных панелей.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два вида возведения стен способом "стена в грунте" — мокрый и сухой. Мокрым способом возводят стены подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах, обычно требующих закрепления стенок траншеи от обрушения грунта в "процессе его разработки, а также при укладке бетонной смеси. Траншею в процессе ее разработки и возведения стен заполняют глинистым раствором, предотвращающим обрушение грунта. Это позволяет отказаться от выполнения таких работ, как забивка шпунта, водопонижение и замораживание.

При возведении стен в маловлажных устойчивых грунтах применяют сухой способ, при котором не требуется глинистый раствор При мокром способе существенное влияние на ведение и качество работ оказывает технологическая характеристика глинистого раствора —его способность кольматировать, т. е. отлагать на поверхности и в порах грунта принесенные частицы глины, образуя на ней практически водонепроницаемую пленку толщиной 2...5 мм. Такие свойства присущи бентонитовым глинам Кавказских место рождений.

Свайные стены возводят последовательным бурением и бетонированием свай. При этом работы ведут насухо в малоувлажненных устойчивых грунтах или с применением глинистого раствора в водонасыщенных неустойчивых грунтах.

Монолитные железобетонные стены при их возведении разбивают на захватки длиной 4...6 м, которые отделяют друг от друга железобетонными сваями или инвентарной перегородкой. Затем грунт извлекают из этой захватки траншеи под слоем глинистого раствора, устанавливают арматурные каркасы и укладывают бетонную смесь методом ВПТ по аналогии с сооружением буронабивных свай. При бетонировании соблюдают очередность: сначала бетонируют четные, а затем нечетные захватки траншей, которые стыкуют между собой.

Для разработки траншей под защитой глинистого раствора применяют землеройные машины общего назначения (грейферы, драглайны, обратные лопаты), буровые станки вращательного и ударного бурения и специальные ковшовые и фрезерные установки.

Для снижения трудоемкости работ, выполняемых на строительной площадке по устройству ограждающих конструкций подземных сооружений способом "стена в грунте", начали использовать сборные железобетонные панели. Панели устанавливают в открытую траншею, соединяют их между собой и заполняют пазухи (застенные пространства) и полости под подошвой панели в направлении снизу вверх методом ВПТ тампонажными растворами, имеющими хорошую подвижность.

Так как все работы по устройству подземных сооружений методом "стена в грунте" являются скрытыми и их качество можно установить только после выемки грунта из котлована, по контролю за выполнением каждого процесса уделяют большое внимание.

В проекте сооружения требования по контролю качества должны включать проверку характеристик глинистого раствора, траншеи и зачистки дна перед установкой армо-каркасов и укладкой бетонной смеси или установкой сборных панелей, правильности установки ограничителей между захватками, которые должны удерживать бетонную смесь от попадания в смежную захватку.

Опускной способ

На строительстве опускным способом (рис. 2) сооружений диаметром более 20 м используют одноковшовые экскаваторы, которыми внутри опускного колодца разрабатывают грунт и грузят его в бадьи вместимостью 1,5...2 м3. Бадьи поднимают на поверхность башенными или козловыми кранами и разгружают в отвал или в автотранспорт. Учитывая значительную массу экскаватора, его опускают в котлован в разобранном виде.

При работе во влажных грунтах для стоянки экскаватора в котловане создают земляные островки или устраивают деревянный настил.

Во избежание неравномерной осадки сооружения грунт по периметру ножевой части разрабатывают вручную, затем с помощью экскаватора грузят в бадьи и также поднимают краном на поверхность.

При незначительном притоке грунтовых вод и отсутствии вблизи сооружений, чувствительных к осадкам, разработку грунта ведут с водоотливом.

Если в котлован интенсивно поступает вода через днище, грунт можно разрабатывать гидромеханическим способом с помощью эжекторов и реже — эрлифтов с дополнительным подмывом.

При погружении сооружения в грунт необходимо следить за тем, чтобы его масса превышала силы бокового трения не менее чем на 25%. В ориентировочных расчетах удельную силу трения, принимают 10...30 кН/м2 в зависимости от характера грунта.

Преодоление таких значительных сил трения, затрудняющих опускание, а иногда" делающих его невозможным, достигается различными способами (утяжеление нижней части колодцев или использование массы предусмотренных проектом наземных сооружений над колодцем; вибрация, подмыв, устранение шероховатости наружной поверхности колодца за счет покрытия ее специальными составами). Для уменьшения сил трения между грунтом и опускным колодцем используют также тиксотропную рубашку. В этом случае ножевую часть колодца изготовляют на 5...10 см шире толщины стены и в образовавшуюся полость между грунтом и наружной поверхностью сооружения нагнетают коллоидный (например, глинистый) раствор, образующий рубашку, снимающую силы трения по боковой поверхности колодца (рис.3). Силы трения остаются только в пределах поверхности ножа, которая составляет около 10...12% всей поверхности опускного колодца.

Метод погружения опускных колодцев в тиксотропной рубашке позволяет по сравнению с традиционным методом сооружения опускных колодцев снизить затраты труда почти на 35%, а стоимость работ — на 15...20%.

В процессе опускания колодца необходимо организовать постоянное геодезическое наблюдение за его вертикальностью и скоростью погружения. Когда в колодце обнаружено зависание в его верхней части, необходимо выбирать грунт у ножа отстающей стороны или размывать водой, подаваемой по трубам, установленным с внешней стороны стены.

После достижения ножом колодца проектной отметки бетонируют днище, изолирующее подземное помещение от грунтовых вод.

В колодцах, погружаемых с водоотливом, бетонную смесь укладывают на осушенное основание с принятием мер против омывания его фильтрующимися грунтовыми водами.

Когда грунт из колодца удаляют без водоотлива и его нижняя часть находится под слоем воды, бетонную смесь укладывают в плиту днища колодца методом подводного бетонирования. После достижения бетоном достаточной прочности воду из колодца откачивают, плиту покрывают водоизолирующей пленкой и пригружают ее слоем бетона.

Способ кессона применяют в сильнообводненных, крупнообломочных или скальных грунтах, когда нежелательны осадки расположенных вблизи сооружений или имеется опасность наплыва грунта в колодец. Последовательность производства кессонных работ заключается в том, что сначала сооружают кессонную камеру (рис. 4), на потолке которой монтируют шахтную трубу и шлюзовый аппарат. От компрессорной станции в камеру нагнетают сжатый воздух, вытесняющий из нее воду. Грунт в кессоне разрабатывают гидромеханическим способом или вручную. По мере погружения на потолочной части камеры возводят надкессонное строение.

ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ И НЕВЕНТИЛИРУЕМЫЕ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО УТЕПЛЕНИЯ

Проблема рационального использования топливно-энергетических ресурсов ставит задачу эффективного теплосбережения при строительстве и реконструкции зданий. В суммарном объеме тепловых потерь всего здания потери тепла через стены составляют около 40%.

Теплоизоляция фасадов обеспечивает экономию средств на отопление, комфортный влажностно-температурный микроклимат в помещении, повышает звукоизоляцию, увеличивает долговечность ограждающих конструкций. Это комплексная система, при которой на основу фасада последовательно наносятся и скрепляются между собой изоляционные слои для утепления фасада. Использование традиционных строительных материалов (железобетона, кирпича, дерева) для устройства стен не обеспечивает существующих норм теплоизоляции. Многослойные конструкции, где в качестве утеплителя применяются эффективные изоляционные материалы, позволяют свести теплопотери здания к минимуму.

По отношению к конструкции фасада системы теплоизоляции классифицируются на внутренние, наружные и внутристенные.

Популярность современных систем наружного утепления фасадов объясняется рядом преимуществ, среди которых: защита стен от неблагоприятных температурных и атмосферных воздействий, препятствие выпадению конденсата на внутренних поверхностях, "дыхание" стен, дополнительная звукоизоляция, длительный срок эксплуатации. Они делятся на две основные группы: вентилируемые системы (с использованием конструктивных навесных элементов и наличием воздушной прослойки между облицовкой и утеплителем) и невентилируемые (с применением штукатурных защитно-декоративных покрытий).

Невентилируемые фасады

Применение при утеплении фасадов сэндвич-панелей обуславливается их высокими теплоизоляционными характеристиками и устойчивостью к поглощению влаги. "Сэндвич" состоит из внешней антикоррозийной обшивки, утеплителя (полистирола или минеральной ваты) и основы из кирпича или ячеистого бетона. Множество недостатков этой системы (междуэтажные стыки, нуждающиеся в тепло- и гидроизоляции; укладка, крепление утеплителя, провоцирующая промерзание стен и др.) относят ее к невосстанавливаемому и экономически невыгодному методу.

Устройство скрепленной теплоизоляции заключается в создании монолитной ограждающей конструкции. Система включает теплоизоляционные плиты, прикрепленные на фасад специальным клеем, защиту их поверхности полимерцементными композициями, армированными стеклосеткой, и нанесение слоя декоративной штукатурки. Он характеризуется технологичностью конструкций, гигиеничностью, пожаробезопасностью, шумопоглощением, созданием комфортного микроклимата в помещении. Применяющиеся в скрепленной теплоизоляции, клеящие и отделочные материалы могут быть минеральными (как правило, сухие смеси) и полимерными (готовые акриловые и силиконовые составы). Наиболее распространены два вида скрепленной теплоизоляции (с использованием пенополистирола и минераловатных плит), одинаково эффективные для любых зданий (каркасно-монолитных, крупнопанельных, блочных, кирпичных).

В легких штукатурных системах теплоизоляции плита утеплителя закрепляется на стене с помощью клея и дюбелей и покрывается тонким, прочным и равномерным штукатурным слоем. Суммарная толщина слоев утепления не должна превышать 15 мм. К теплоизолирующему материалу и монтажу таких фасадных систем предъявляются самые высокие требования.

При использовании тяжелых систем утепления нет необходимости выравнивать фасадную поверхность. Плита утеплителя крепится при помощи арматурной сетки и анкеров. Толщина слоев утепления может достигать 50 мм. Металлическая несущая сетка защищает финишный слой от линейных тепловых деформаций.

В "мокрых фасадах" минераловатный или пенополистирольный утеплитель закрепляется на наружной стене специальными клеевыми составами и дюбелями. Поверх него для увеличения прочности конструкции наносится слой особой штукатурно-клеевой массы, армированной сеткой из стекловолокна. Затем защитно-декоративный слой: штукатурка с последующей покраской или колерованная штукатурка с объемом. С помощью данной технологии можно утеплить практически любой фасад (каркасно-монолитный, крупнопанельный, блочный, кирпичный и т. д.) и придать ему эстетичный внешний вид. При условии использования материалов исключительно одной торговой марки износостойкость "мокрого фасада" значительно выше, чем при применении продукции разных производителей, а срок службы достигает 25–30 лет.

Вентилируемые фасады

Принципиальное отличие вентилируемого фасада – наличие воздушного промежутка, который благодаря перепаду давления функционирует по принципу вытяжной трубы, тем самым препятствуя конденсации влаги внутри конструкции. Существует десяток разновидностей вентилируемых фасадов, конструкции которых весьма схожи. Они состоят из фасадного экрана, теплоизоляционного материала и несущей конструкции, которая крепится к стене, обеспечивая между ними вентилируемый зазор 15–25 мм. Составные элементы вентилируемого фасада располагаются по оптимальной схеме уменьшения показателей их теплопередачи и возрастания сопротивления паропроницаемости снаружи во внутрь. Эта система обеспечивает вентиляцию внутренних слоев и удаление влаги, защищает стены и теплоизоляционный материал от внешних воздействий, улучшает внешний вид стен и увеличивает срок использования теплоизоляции до 50 лет (в зависимости от используемого материала).

Каждый вид утепления фасадов имеет некоторые ограничения. Прежде всего – сезонность выполнения работ. Например, "мокрые фасады" могут возводиться только при темпераратуре от +5° С. Выполнение некоторых видов работ (приклейка утеплителя, дюбелирование и армирование) возможно в зимний период с использованием тепловых завес.

Толщина теплоизоляционного слоя зависит от климатической зоны и вида используемых материалов. На их выбор влияют такие факторы, как температурный и влажностный режим, деформационные, агрессивные и химические воздействия и т. п. Наибольшее распространение получили материалы на основе пенополистирола, пенополиуретана, минеральной и стекловаты.

"Мостики холода", по которым тепло буквально утекает из дома, появляются в местах соединения строительных элементов из-за того, что внешняя изотермическая поверхность превышает по площади внутреннюю или при сочетании низко- и высокотеплопроводных материалов. Наиболее эффективный вариант нейтрализации "мостиков холода" – их многослойная теплоизоляция, в качестве которой применяются плиты из экструдированного пенополистирола с ячеистой структурой, почти исключающие поглощение влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. "Технология строительного производства. Учебник для вузов" "Стройиздат", 1984
2. http://www.steklo.biz/biblioteka\_stroitelja/tehnologija\_stroitelnogo\_proizvodstva\_1.html
3. Журнал "Стройся!" №23(23) от 30.12.2003г, рубрика "Изоляционные материалы"