

Оглавление

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ ПОДЗЕМНОГО ОБЪЕКТА.....	7
2. СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	8
2.1. Открытый и полужакрытый способы строительства подземных сооружений	8
2.1.1. «Стена в грунте».....	8
2.1.2. Полужакрытый способ строительства.....	11
2.1.3. Опускные колодцы.....	13
2.1.4. Ограждение котлованов из труб и проката.....	17
2.1.5. Конструкции крепления ограждения котлованов	19
2.2. Закрытый способ строительства подземных сооружений.....	20
2.2.1. Буровзрывной способ строительства подземных сооружений	20
2.2.2. Механизированный способ строительства подземных сооружений.....	21
2.2.3. Новоавстрийский и норвежский способы строительства тоннелей.....	25
2.3. Специальные способы строительства	27
2.3.1. Проходка тоннелей под защитой опережающих защитных экранов	27
2.3.2. Строительство пешеходных и коммуникационных тоннелей методом продавливания.....	28
3.ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	29
3.1. Технологии устройства свай	29
3.2. «Высокие» технологии	31
4. БЕСТРАНШЕЙНАЯ ПРОКЛАДКА ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ	35
4.1. Горизонтально направленное бурение	35
4.2. Прокол	36
4.3. Продавливание.....	37
4.4. Микротоннелирование.....	38
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ/ПРОЕКТА	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

БЕСТРАНШЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — технологии прокладки, замены, ремонта, инспекции и обнаружения дефектов в подземных коммуникациях различного назначения с минимальным вскрытием земной поверхности или без него.

«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА — методы ведения строительных и проходческих работ, обеспечивающие максимально возможные механизацию и автоматизацию строительства, качество и безопасность возведения подземных сооружений, сохранность и безопасную эксплуатацию существующей застройки, минимальное влияние строительства на геэкологическую среду.

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ — категория сложности объекта строительства с точки зрения проектирования оснований и фундаментов, определяемая в зависимости от уровня ответственности и сложности инженерно-геологических условий строительства.

ГРУНТОВЫЙ АНКЕР — конструктивный элемент, воспринимающий выдергивающие усилия, передаваемые на основание конструкциями, взаимодействующими с грунтом. Анкер состоит, как правило, из трех частей: оголовка, свободной части и корня.

ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ — технические решения по защите окружающей застройки от сверхнормативных деформаций и прочих недопустимых воздействий, оказываемых строительством подземного сооружения.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ — геотехнические технологии, инновационность которых заключается в существенном расширении области их применения либо в повышении точности расчета технологических параметров, либо в применении к особым видам грунта.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ — комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, осуществляемых в процессе изысканий, проектирования и строительства в целях обеспечения надежности сооружений с учетом применения нестандартных расчетных методов, конструктивных и технологических решений.

ОКРУЖАЮЩАЯ ЗАСТРОЙКА — существующие здания, сооружения и инженерные коммуникации, расположенные вблизи объектов нового строительства или реконструкции.

ПОДЗЕМНОЕ СООРУЖЕНИЕ ИЛИ ПОДЗЕМНАЯ ЧАСТЬ СООРУЖЕНИЯ — эксплуатируемая часть сооружения, расположенная ниже уровня поверхности земли (планировки).

«СТЕНА В ГРУНТЕ» — искусственно выполненная противодиффузионная или несущая конструкция из бетона или железобетона в грунте.

ВВЕДЕНИЕ

Номенклатура объектов по их назначению, размещаемых в подземном пространстве городов, включает [1]:

- гражданские сооружения жилого, административного назначения и сферы обслуживания, спортивные сооружения;
- сооружения промышленного назначения;
- транспортные сооружения и пешеходные переходы;
- гидротехнические сооружения;
- инженерные сооружения и сети, трубопроводы;
- многофункциональные комплексы.

В зависимости от глубины заложения подземные сооружения подразделяются на сооружения мелкого (на отметках до –15,0 м от уровня планировки) и глубокого (ниже –15,0 м) заложения.

В зависимости от пространственной компоновки подземные сооружения подразделяются на линейные (протяженные объекты и их комплексы: тоннели, подземные переходы, магистральные сети и др.) и компактные (локальные, отдельно стоящие объекты и их комплексы).

Подземные сооружения по способу их устройства следует классифицировать на следующие:

- возводимые в пониженных формах рельефа с помощью обратной засыпки;
- возводимые открытым способом в котлованах и траншеях;
- возводимые закрытым способом.

При возведении подземных сооружений необходимо применять «высокие» технологии подземного строительства и методы работ, обеспечивающие широкое использование современных машин и механизмов, рост производительности труда и благоприятные условия работы.

В процессе строительства следует выполнять производственный контроль, предусмотренный действующими нормативными документами, соблюдать основные требования операционного контроля качества строительно-монтажных работ и проводить мониторинг существующей застройки и окружающей среды.

Технологиям строительства подземных сооружений посвящены исследования ряда отечественных авторов: Б.В. Бахолдина и др. [22], В.А. Ермолаева [23], В.С. Елгаева [24], В.В. Знаменского и др. [25], М.Н. Ибрагимова [26], В.А. Ильичева и др. [27, 28, 55], Д.С. Конюхова и др. [29, 30], Н.Л. Корзуна и А.А. Балканова [31], В.В. Кочерженко [32], О.И. Лобова и др. [33], Р.А. Мангушева и др. [34–38], Ю.А. Морозовой [39], Н.С. Никифоровой и др. [40–42], В.И. Осипова и др. [43], В.П. Петрухина и др. [44], А.Б. Пономарева и др. [45–47], А.Н. Симутина [48], В.И. Теличенко и др. [49], В.М. Улицкого и др. [50, 56], О.А. Шулятьева и др. [51–53], П.Б. Юркевича и др. [54], а также зарубежных ученых: Р. Scott et al. [57], С. Oteo et al. [58], D.I. Harris et al. [59] и др.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы применения высоких технологий при открытом и закрытом способах подземного строительства, даны указания по выполнению курсовой работы по инновационным технологиям, применяемым в подземном строительстве.

1. ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ ПОДЗЕМНОГО ОБЪЕКТА

В документации на строительство подземных объектов указываются геотехнические категории объекта, зданий и сооружений в зоне влияния строительства.

Уровень ответственности сооружения (КС) назначается в соответствии с Федеральным законом № 190-ФЗ от 29.12.2004 «Градостроительный кодекс Российской Федерации», Федеральным законом № 384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные понятия».

Здания и сооружения могут иметь один из уровней ответственности: повышенный (КС-3), нормальный (КС-2), пониженный (КС-1).

К зданиям и сооружениям *повышенного уровня ответственности (КС-3)* относятся особо опасные, технически сложные или уникальные объекты.

Здания и сооружения *нормального уровня ответственности (КС-2)* — все здания и сооружения, кроме зданий и сооружений повышенного и пониженного уровней ответственности.

К зданиям и сооружениям *пониженного уровня ответственности (КС-1)* относятся здания и сооружения временного (сезонного) назначения, а также здания и сооружения вспомогательного использования, связанные с осуществлением строительства или реконструкции либо расположенные на земельных участках, предоставленных для индивидуального жилищного строительства.

Геотехническая категория объекта определяется сложностью инженерно-геологических условий и уровнем ответственности сооружения (таблица). Категорию сложности инженерно-геологических условий (ИГУ), в свою очередь, регламентирует табл. Г1 прил. Г СП 47.13330.2016 [4].

Таблица

Геотехническая категория объекта

Категория сложности ИГУ	Уровень ответственности зданий и сооружений		
	КС-3 (повышенный)	КС-2 (нормальный)	КС-1 (пониженный)
I (простая)	3	2	1
II (средняя)	3	2	1
III (сложная)	3	3	2

2. СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В процессе комплексного использования подземного пространства крупных и крупнейших городов применяются технологические способы, обычно подразделяемые на следующие группы:

- открытый;
- закрытый;
- полужакрытый;
- специальные.

Открытый и полужакрытый способы практикуются для строительства подземных сооружений на постоянно или временно свободной территории, в том числе в условиях плотной городской застройки. Строительство ведется во вскрытых с поверхности котлованах, глубина которых обычно не превышает 25–30 м.

Закрытый способ применяется для строительства городских подземных сооружений на глубине от 2-3 м (инженерные коммуникации) до 80 м и более (метрополитены) без вскрытия земной поверхности.

Специальные способы подземного строительства используются для постоянной или временной стабилизации грунтового массива при ведении строительных и проходческих работ в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

При строительстве подземных сооружений закрытым способом под зданиями или в непосредственной близости от них необходимо предусматривать меры инженерной защиты зданий. Меры могут быть конструктивными и технологическими (опережающая временная крепь при горных способах, механизированные щиты с ограждением лба забоя и уплотнением строительного зазора, стабилизация грунтового массива и др.).

2.1. Открытый и полужакрытый способы строительства подземных сооружений

Подземные сооружения открытого типа могут возводиться в предварительно отрытом на полную глубину котловане, стены которого выполняются с откосами либо крепятся с помощью временного ограждения (закладная крепь, шпунт).

В качестве ограждения котлованов для подземной части зданий сооружений используются балочные ограждения, шпунты, металлические трубы или прокат (швеллеры, двутавры), сваи, выполненные по технологиям: разрядно-импульсной (РИТ), струйной цементации (Jet), глубинного перемешивания.

2.1.1. «Стена в грунте»

Конструкция ограждения котлована в виде «стены в грунте» может выполняться в траншее [3, 19], из буровых свай (секущихся или касательных), из свай, выполненных по технологии струйной цементации. Выбор способа разработки грунтовых выработок (скважины, траншеи) для возведения «стены в грунте» следует производить в зависимости от назначения сооружения, глубины его заложения, инженерно-геологических условий участка. Разработка грунтовых выработок производится специализированными механизмами: буровыми, грейферными или фрезерными. При устройстве противофильтрационных завес разработку грунтовых выработок в виде траншей можно осуществлять специально переоборудованными (удлиненная рукоять, суженый ковш) общестроительными землеройными механизмами (экскаваторами), а также драглайнами.

В зависимости от назначения сооружения разрабатываемые грунтовые выработки заполняются монолитным бетоном и железобетоном, сборными железобетонными конструкциями (рис. 2.1), противофильтрационным материалом (глиной или смесью глины с цементом). Заполнение выработки также может быть комбинированным — сборно-монолитным.

Ширина и глубина грунтовых выработок ограничены возможностями применяемых землеройных механизмов. Ширина выработок может варьироваться в пределах от 0,4 до 2,0 м, глубина — от 4 до 50 м и более. Устройство выработок глубиной менее 4 м для возведения «стены в грунте», как правило, экономически нецелесообразно.

Применение «стены в грунте» ограничивается наличием грунтов с кавернами и пустотами (карст), рыхлых насыпных грунтов, неустойчивых грунтов типа плывунов и водонасыщенных илов, трещиноватых скальных пород, а также включением валунов и обломков строительных конструкций, подземных коммуникаций и других препятствий. В таких условиях предусматриваются превентивные мероприятия по стабилизации неустойчивых грунтов, противокарстовые мероприятия для защиты от технологических воздействий. Превентивные мероприятия в зависимости от их назначения выполняются до начала работ по строительству «стены в грунте» либо в процессе ее строительства, либо в комбинации сроков этих работ.

В сухих устойчивых грунтах разработка грунтовых выработок при их небольшой глубине (глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,25$ и глубине выработки от 5 до 7 м) производится без применения глинистого раствора.

Качество глинистых растворов должно обеспечивать устойчивость стенок грунтовых выработок в период их разработки и заполнения материалом и одновременно не затруднять укладку в выработку материала заполнения. Для обеспечения устойчивости стенок выработок должно быть соблюдено следующее условие:

$$p_p \geq p_r + p_v, \quad (2.1)$$

где p_p — давление глинистого раствора; p_r — горизонтальное давление грунта (с учетом нагрузки на поверхности грунта); p_v — давление подземной воды.

Это условие может быть выполнено путем повышения плотности раствора или превышения уровня раствора над уровнем подземной воды.

Для повторного использования глинистые растворы можно использовать после восстановления очисткой в регенерационных установках. Приготовление глинистых растворов и их очистка производятся на технологическом комплексе, включающем узел приготовления глинистого раствора, емкости для хранения готового глинистого раствора, узел его перекачки, емкости — отстойники использованного раствора, узел его очистки, склады для хранения глины и химреагентов.

Верхняя часть грунтовых выработок закрепляется форшахтой (воротником), предотвращающей обрушение верха их бортов и служащей направляющей для землеройного органа. Кроме того, форшахта используется для подвешивания на ней арматурных каркасов. Высота форшахты должна быть не менее 0,8–1,0 м. Внутреннее расстояние между стенками форшахты в свету



Рис. 2.1. Устройство сборной «стены в грунте» для подземной автостоянки на объекте «ЖК МИД» по адресу: Москва, Ленинский пр., 97

при применении грейферных и фрезерных механизмов на 5–10 см превышает проектную ширину траншеи, при применении буровых механизмов выполняется на 0–5 см больше диаметра скважины. Высотное положение форшахты устраивается таким образом, чтобы уровень глинистого раствора в ней был выше уровня подземных вод (УПВ) на 1,0–1,5 м. По этим соображениям при высоком УПВ для устройства форшахты отсыпается насыпь.

При разработке грунта глинистый раствор в выработке поддерживается на уровне не ниже 0,5 м от верха форшахты. Если уровень глинистого раствора находится ниже низа форшахты, то разработка грунта не допускается.

Для приготовления полимерных растворов используют водорастворимые высокомолекулярные полимеры: полиакрилонитрил (гипан, пасты К-4, К-9), полиакриламид (ПАА), КМЦ, сополимер М-14 и др.

Укладка бетона в грунтовые выработки (независимо от их глубины и заполнения раствором) осуществляется методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ). Для повышения прочности, сплошности и водонепроницаемости монолитных «стен в грунте» допускается производить укладку в выработку малоподвижных бетонных смесей (осадка конуса — от 5 до 9 см) с вибрационным уплотнением. Вибраторы, служащие для облегчения укладки бетона и его уплотнения, размещают на нижней части бетонолитной трубы или (и) у приемного бункера. Мощность вибраторов и режим виброукладки установлены проектом производства работ (ППР) в зависимости от глубины траншеи и размеров захватки.

Перед укладкой бетона в выработку заполняющий ее загрязненный глинистый раствор заменяется на свежий, а дно выработки очищается от выпавшего шлама с помощью грейфера, погружных насосов или эрлифтных установок.

При вынужденном перерыве в бетонировании укладка бетона в выработку может быть продолжена не ранее чем через трое суток. Перед началом бетонирования поверхность уложенного бетона очищается от выпавшего шлама с помощью погружных насосов или эрлифтных установок.

В случае обнаружения при откопке в готовых стенах непробетонированных мест эти места расчищаются от грунта и глинистого раствора и заделываются бетоном такого же класса. При необходимости на границе старого и вновь уложенного бетона вставляются инъекционные трубки и после набора бетоном прочности производится контрольное нагнетание цементного раствора. Аналогичные работы выполняются и в местах со слабым бетоном, перемешанным с грунтом или глинистым раствором.

«Стена в грунте» траншейного типа

«Стена в грунте» траншейного типа, как правило, устраивается отдельными захватками (рис. 2.2), которые разрабатываются за один или несколько проходов рабочего органа землеройного механизма. Захватки длиной от 5 до 8 м формируются за три прохода: два боковых и один промежуточный.

Для разграничения секций бетонирования в торцах каждой захватки размещаются специальные межсекционные ограничители, воспринимающие давление укладываемого бетона, предотвращающие попадание бетона из одной захватки в другую и обеспечивающие соединение соседних секций бетонирования. В качестве ограничителей используют как извлекаемые инвентарные металлические элементы (трубы, прокатные профили и т.п.), так и неизвлекаемые, выполняемые из железобетона или металла. При глубине траншей более 20 м рекомендуется устраивать неизвлекаемые ограничители, входящие в конструкцию арматурного каркаса.

Омоноличивание сборных элементов производится глиноцементными тампонажными растворами.



Рис. 2.2. Устройство траншеи для «стены в грунте» для подземной автостоянки на объекте «ЖК МИД» по адресу: Москва, Ленинский пр., 97

«Стена в грунте» из буровых свай

«Стена в грунте» из буровых свай применяется в грунтах с крупнообломочными включениями и в скальных грунтах, где разработка грейфером затруднена. Стена из буровых свай, в зависимости от ее назначения и инженерно-геологических условий участка, может выполняться из соприкасающихся или секущихся свай. Разработку скважин и укладку в них бетона при таком способе производят в обсадной трубе или под глинистым раствором. При большой глубине заложения «стены в грунте» из буровых свай возможно их отклонение от вертикали. Разработку скважин для возведения «стены в грунте» из буровых свай производят буровыми станками ударного или вращательного действия с промывкой скважин или без нее.

Для разработки скважин может быть использован непрерывный полый шнек (НПШ), через полость которого при его подъеме подается бетон, заполняющий скважину.

«Стена в грунте» из грунтоцементных свай

Для возведения «стены в грунте» может также применяться струйная технология, заключающаяся в использовании высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания грунта с цементным раствором. Соприкасающиеся элементы из грунтобетона образуют сплошную стену. Струйная технология применяется для возведения двух- и многорядных стен. При необходимости элементы армируются металлическими трубами или армокаркасами, задавливаемыми в незатвердевшую грунтоцементную смесь.

Струйная технология практикуется для устройства грунтоцементных элементов в промежутках между буровыми сваями, расставляемых через одну, что обеспечивает сплошность стены [4].

В слабых водонасыщенных грунтах и илах для изготовления «стены в грунте» из грунтоцемента может использоваться метод перемешивания (DSP — Deep Soil Mixing).

2.1.2. Полузакрытый способ строительства

При использовании внутреннего пространства, образуемого замкнутой «стеной в грунте», устройство конструкций нулевого цикла можно осуществлять способами: «снизу вверх» и «сверху вниз», «вниз-вверх» и полу-полузакрытым.

При способе «снизу вверх» производят поярусную разработку грунта в котловане с установкой, при необходимости, временного крепления в виде распорок, подкосов или грунтовых анкеров.

Котлован отрывают до проектной отметки и затем последовательно возводят фундаментную плиту и плиты перекрытия, начиная с нижнего яруса. Осуществлять строительство способом «снизу вверх» экономически выгодно для сооружений, имеющих большие размеры в плане.

При способе «сверху вниз» производят поярусную разработку грунта в котловане с единовременным возведением плит перекрытий. Разработку каждого нижнего яруса котлована осуществляют под защитой уже возведенного над ним перекрытия при достижении бетоном ранее возведенных конструкций 75 % прочности. Способ «сверху вниз» как обеспечивающий минимальное влияние разработки котлована рекомендуется использовать при многоуровневых подземных сооружениях и близком расположении к ним существующих строений и коммуникаций.

Метод возведения подземных сооружений «сверху вниз» иначе называют top-down. В числе примеров строительства в Москве таким способом — Берлинский дом на ул. Кузнецкий мост и Женевский дом по ул. Петровка, 5, отель «Ритц-Карлтон» категории 5 звезд (Тверская, 3) (рис. 2.3). При таком методе производится выемка грунта на высоту одного подземного этажа через проем, оставленный в перекрытии, устроенном по грунту. Перекрытие опирается на глубокие опоры (баретты или буровые сваи), выполненные с поверхности до откопки грунта. Разработка грунта в котловане под защитой перекрытий производится малогабаритными экскаваторами и одноковшовыми погрузчиками; выдача грунта на поверхность осуществляется с помощью грейферного экскаватора через монтажные отверстия в перекрытиях.



Рис. 2.3. Колонны подземного этажа после откопки грунта на объекте «Ритц-Карлтон», отель категории 5 звезд в Москве по адресу: ул. Тверская, 3



Рис. 2.4. Строительство методом semi-top-down объекта «Неглинная-плаза» по адресу: Москва, ул. Рождественка, 29

Метод, при котором перекрытие подземного этажа устраивается в виде полосы вдоль «стены в грунте» и опирается на временные опоры, которые после откопки грунта могут быть преобразованы в постоянные, получил название semi-top-down. Грунт удаляется в центральной части котлована, где бетонируется фундаментная плита, и возведение подземной части здания осуществляется «снизу вверх». Примером служит комплекс «Неглинная-плаза» по адресу: Москва, ул. Рождественка, 29 (рис. 2.4).

Методы top-down и semi-top-down относятся соответственно к полужакрытому и полужакрытому способам возведения подземных сооружений.

2.1.3. Опускные колодцы

Опускные колодцы представляют собой круглую или прямоугольную в плане полую оболочку, погружаемую в грунт от действия собственного веса, а также от дополнительной пригрузки. В процессе погружения снижается сопротивление грунта по боковой поверхности. В процессе опускания колодца по мере разработки грунта внутри его полости стенки конструкции наращивают.

Опускные колодцы используются для строительства крупногабаритных заглубленных сооружений на объектах городской инженерно-транспортной инфраструктуры подземных гаражей, пересадочных станций метрополитена, насосных станций водозаборов и станций перекачки глубокой канализации (рис. 2.5, 2.6). Имеется обширный отечественный и зарубежный опыт строительства насосных станций, подземная часть которых (при площади сечения в плане 2000–3000 м², диаметре и глубине погружения соответственно 50–66 и 70–100 м) возведена опускным способом [21].

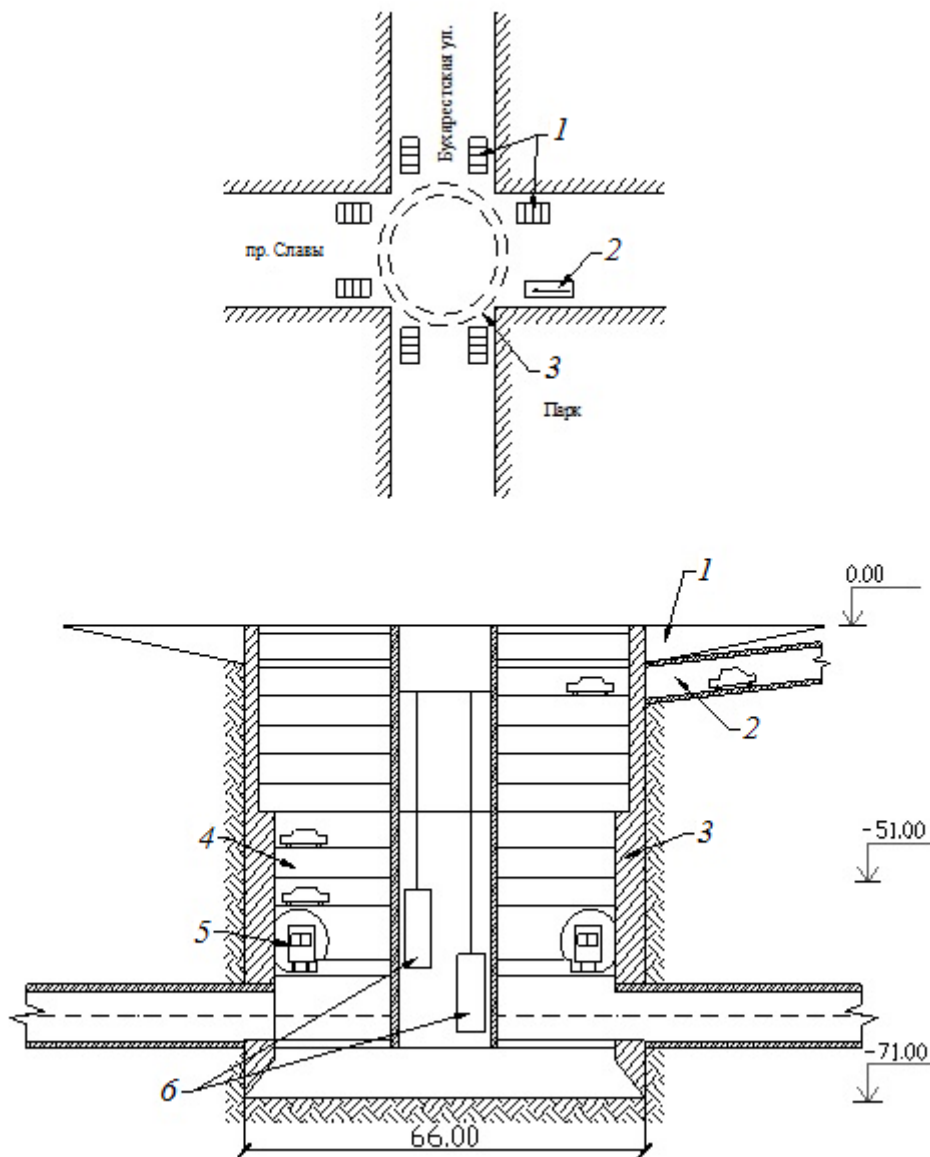


Рис. 2.5. Пересадочная станция метро и подземный гараж в крупногабаритном опускном колодце:

- 1 — пешеходный переход; 2 — въезд в подземный гараж; 3 — опускной колодец;
- 4 — подземный гараж; 5 — пересадочный узел метро; 6 — лифтовые подъемники

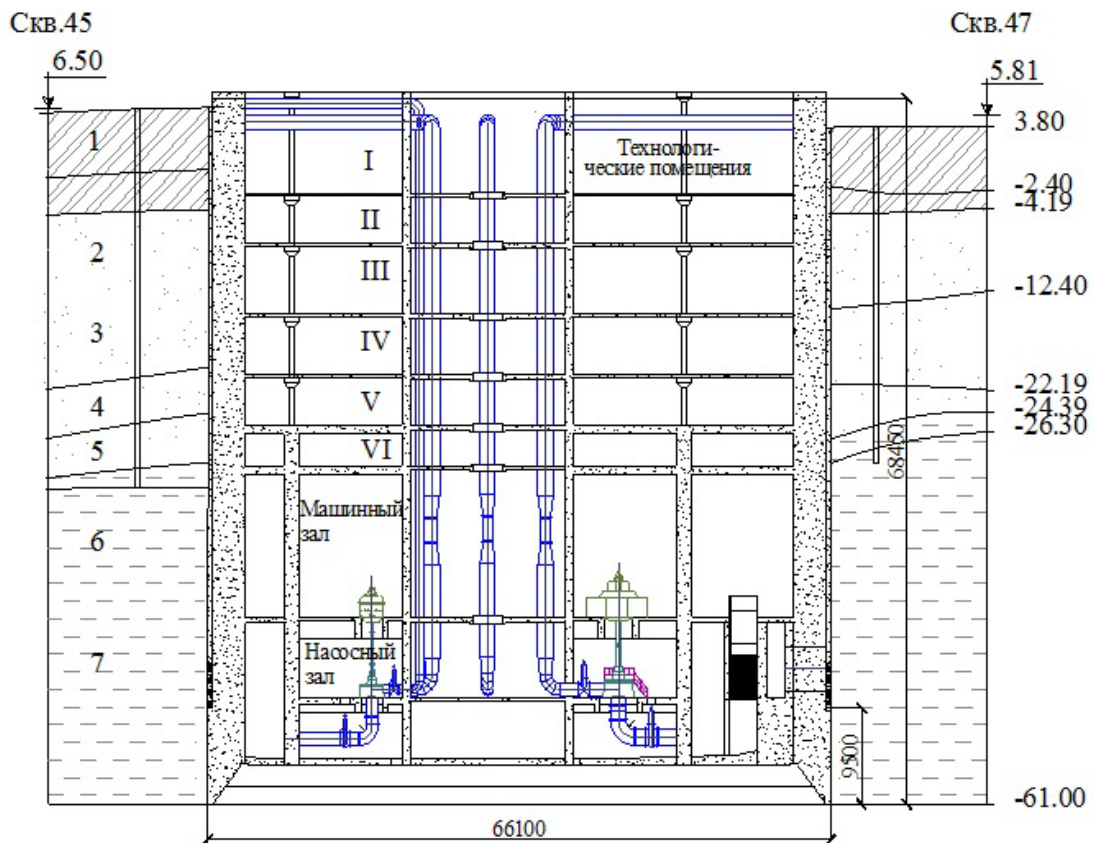


Рис. 2.6. Насосная станция (северная станция аэрации в поселке Ольгино Ленинградской области)

Инженерно-геологический разрез площади в поселке Ольгино осуществлен способом «сверху вниз» почвенно-растительными и насыпными грунтами, озерно-ледниковыми мелкими и пылеватыми песками, слоистыми водонасыщенными глинистыми грунтами с прослойками песка, моренными глинистыми грунтами, кеймбрийскими глинами.

Опускные секции применяются при строительстве подводных тоннелей в сложных инженерно-технических условиях, когда такие способы, как водопонижение, замораживание, закрепление грунтов «стена в грунте», неприменимы.

В оболочках монолитных опускаемых колодцев различают две основные части: ножевую с банкеткой и собственно оболочку. Ножевую часть колодца (нож) выполняют, как правило, из железобетона с металлической облицовкой режущей части ножа. Основные типы ножей железобетонных колодцев показаны на рис. 2.7 [12].

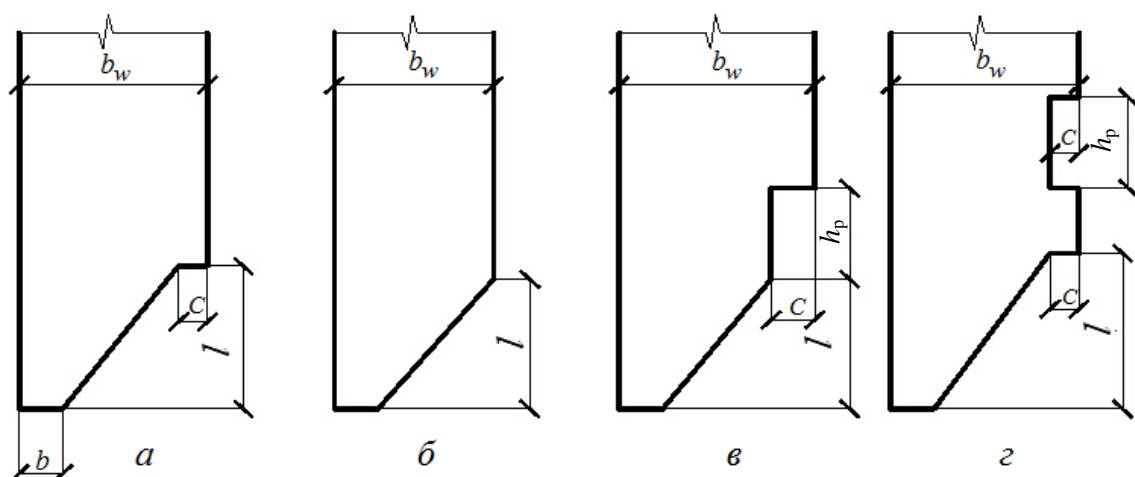


Рис. 2.7. Типы ножей при погружении опускаемых колодцев:
a, б — в сухих грунтах, с водоотливом или с водопонижением; *в, г* — подводным способом

При опускании колодцев в сухих грунтах, с водоотливом или с водопонижением рекомендуется применять ножи типа «а» и «б», а при опускании колодцев подводным способом — ножи типа «в» и «г». При бетонировании ножа в траншее или на призме (рис. 2.8) можно применять все типы ножей [21].

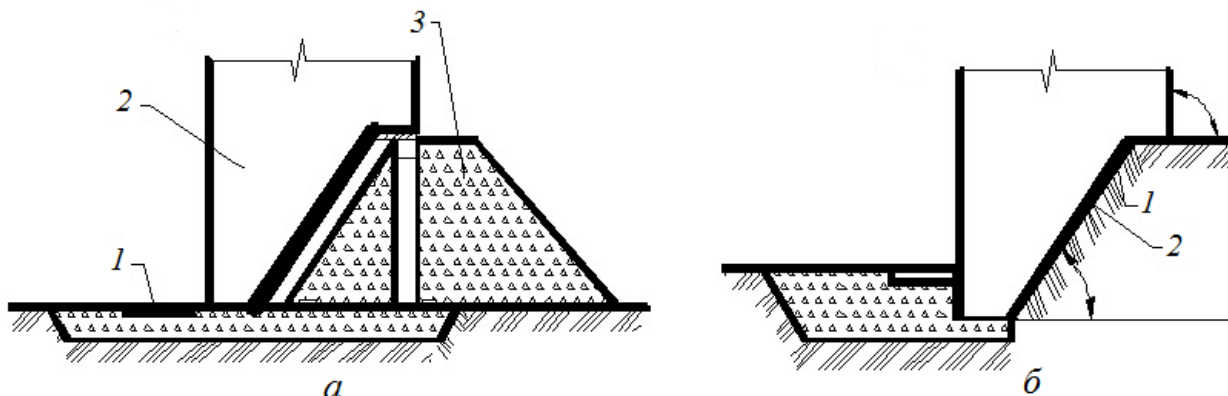


Рис. 2.8. Временное основание ножевой части колодца:

а — на щебеночной призме: 1 — железобетонное кольцо форшахты; 2 — нож колодца; 3 — призма из щебня или гравия; *б* — в траншее: 1 — откос траншеи; 2 — плиты оболочки или щиты опалубки

Высоту первого яруса бетонирования назначают в зависимости от характеристики применяемого кранового оборудования (вылета и высоты подъема стрелы), но не более высоты, определяемой расчетом из условия предельной несущей способности грунтов в основании ножевой части колодца. Высоту последующих ярусов назначают, как правило, равной высоте первого яруса или кратной размерам междуэтажных перекрытий, опалубочных щитов. Число ярусов назначается в зависимости от глубины опускания колодца, при глубине до 10 м колодец бетонировать на всю высоту.

Для бетонирования стен наряду со съемной щитовой опалубкой применяют опалубку из железобетонных плит-оболочек.

Широкое распространение получили опускные колодцы из монолитного железобетона для устройства крупногабаритных заглубленных сооружений, поскольку обеспечивается надежность этих сооружений в условиях длительной эксплуатации.

Опускные колодцы выполняются также из сборных облегченных элементов:

- из пустотелых криволинейных блоков, укладываемых с перевязкой швов, с соединением на сварке закладных деталей;
- из типовых лотковых плит, собираемых на заранее выполненном монолитном каркасе колодца;
- из пустотелых прямоугольных блоков, укладываемых без перевязки швов и соединяемых с помощью петлевых стыков;
- из вертикальных панелей, соединяемых с помощью петлевых стыков или сваркой с использованием металлических накладок и замоноличиванием соединений.

В опускном колодце из тонкостенных пустотелых сборных элементов ножевая часть выполняется из монолитного железобетона с опалубкой из плит-оболочек. На ножевой части монтируют оболочку из сборных двухпустотных железобетонных элементов с зазорами между ними для образования стыка без перевязки швов на всю высоту сооружения. Вся оболочка собирается из прямоугольных элементов и имеет в плане форму многоугольника. Блоки армируют сетками и каркасами.

Колодцы (диаметром до 60 м и глубиной опускания до 20 м) из плоских панелей сплошного сечения нашли распространение при строительстве объектов малых и средних размеров. Колодцы собирают из плоских панелей большой длины на всю высоту колодца. Между собой панели соединяют с помощью петлевых стыков или накладками на сварке.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru