

Введение

Основными тенденциями современного строительства в крупных городах при возведении как жилых, так и общественных зданий являются повышение этажности застройки (высота зданий до 100 м и более), увеличение количества сооружений, под которыми осваиваются подземные пространства (глубиной 10 м и глубже), возрастает число объектов, на которых проводят реконструкционные работы в условиях плотной застройки. При этом решаются задачи как надстройки зданий, так и устройства под ними заглубленных помещений.

Указанные виды строительства требуют сооружения фундаментов повышенной несущей способности на искусственных, в основном, свайных основаниях, устройства в грунте глубоких котлованов (выемок), другими словами, к работам нулевого цикла в настоящее время предъявляются очень серьезные требования. Это относится к обеспечению устойчивости стенок (откосов) глубоких выемок в грунте, использованию рациональных для каждой строительной площадки типов свайных фундаментов.

Применительно к сложным инженерно-геологическим условиям, характеризующимся неоднородными напластованиями слабых грунтов и высоким уровнем грунтовых вод. Выполнение перечисленных требований влечет за собой ответственный и обоснованный выбор для конкретных условий строительства наиболее эффективных конструктивно-технологических решений для производства работ по сооружению оградительных стенок котлованов, обладающих необходимыми показателями по устойчивости и водогрунтонепроницаемости, а также по устройству свайных фундаментов высокой несущей способности с заглублением в некоторых случаях свайных элементов в грунт на глубину до 50 м и выше.

Конструкции ограждений котлованов выполняют: в виде бетонных стен в грунте, изготавливаемых в том числе и по методу секущихся набивных свай; с использованием стального шпунта требуемого профиля, погружаемого в грунт вибрированием, вдавливанием или ударным способами. Большое внимание следует уделять также вопросам устройства конструкций креплений ограждений с возможными техническими решениями в виде горизонтальных распорных балок, грунтовых берм (островной способ), грунтоцементных диафрагм, выполненных по струйной технологии, горизонтальных дисков перекрытий, бетонируемых способом «сверху вниз». Спектр применяемых типов свай в современном строительстве достаточно широк: это железобетонные сваи заводского изготовления, сплошные призматические и полые круглые (свай-оболочки), разных линейных и поперечных размеров, а также значительное количество видов набивных свай, для изготовления которых в условиях строительных площадок применяется широкая номенклатура специализированных технологических решений. В основе работы средств механизации, обеспечивающих производство свайных работ, лежит реализация целой гаммы строительных процессов: ударное воздействие, вдавливание, бурение различных видов, в том числе под глинистым раствором, вибрирование, раскатка, комбинация вращения обсадной трубы с одновременным ее вдавливанием, укладка бетонной смеси в ствол скважины по методу вертикально перемещающейся трубы, совмещение извлечения грунта из скважины с ее закреплением бетонной смесью (метод проходного шнека) и др.

Проектировщикам при разработке проектов зданий и сооружений, подрядным строительным организациям при составлении проектов организации строительства и производства работ или технологических карт необходимо с полным знанием дела ориентироваться в области многообразных конструктивно-технологических решений современных фундаментов высокой несущей способности, устройстве глубоких котлованов (выемок) и методах обеспечения надежной устойчивости их стенок (откосов).

Предлагаемое учебное пособие составлено с учетом требований к разработке технологических карт и проектов производства работ, выполняемых студентами высших учебных заведений: бакалавров (направление подготовки 270800.62 —

«Строительство»), специалистов (направление подготовки 271101.65 — «Строительство уникальных зданий и сооружений»), а также слушателями институтов повышения квалификации.

Настоящее издание также предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций и ставит своей целью способствовать на всех этапах реализации того или иного инвестиционного проекта выбору наиболее эффективных конструктивно-технологических решений при выполнении работ нулевого цикла в сложных инженерно-геологических условиях с обеспечением высокого уровня безопасности возводимых (реконструируемых) зданий и сооружений, а также окружающей застройки. Такие решения обеспечивают снижение как материальных, так и экономических затрат.

Приведенные в настоящем издании схемы производства работ и технологические карты помогут в составлении соответствующих разделов проектов свайных фундаментов и шпунтовых ограждений, как в учебных целях, так и для реальных строительных объектов.

Авторы выражают большую благодарность рецензенту д. т. н., профессору Г. М. Бадьину за ценные замечания, сделанные при рассмотрении рукописи.

1. Общие сведения.

Основные термины и определения

Представляемая вниманию читателей книга разработана с учетом основных положений и методик действующих национальных стандартов и сводов правил, утвержденных распоряжением правительства Российской Федерации № 1047-р от 21 июня 2010 г.

В общий перечень нормативных документов, определяющих производство работ «нулевого» цикла и обеспечивающих соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» вошли следующие издания:

- ГОСТ 25100–95. Грунты. Классификация.
- СНиП 2.02.01–83*. Основания зданий и сооружений.
- СНиП 2.02.03–85. Свайные фундаменты.
- СНиП 3.02.01–87. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
- СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
- СНиП 12-03–2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. I. Общие положения.
- СНиП 12-04–2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. II. Строительное производство.
- СНиП 12-01–2004. Организация строительства. Взамен СНиП 3.01.01–85.

В табл. 1 отображен перечень ссылок на стандарты и своды правил, регламентирующие производство шпунтовых и свайных работ.

С учетом требований нормативных документов рассмотрены основные термины и определения, используемые при описании технологии устройства свайных фундаментов и погружении шпунта.

Бентонит – глина, характеризующаяся свойством разбухать при гидратации в 14–16 раз с образованием плотного геля, пре-

Таблица 1

**Нормативные рекомендации, определяющие производство шпунтовых
и свайных работ**

Технологические параметры работ	Ссылки на пункты, разделы стандартов и сводов правил							
	СНиП 2.02.03–85	СНиП 3.02.01–87	СНиП 12.03.01 ч.1	СНиП 12.04.02 ч.2	СП 50-102–2003	ГОСТ 5686	ВСН 490–87	РТМ 36.44.12.2–90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство шпунтовых ограждений								
Расчет параметров погружателя		Прил. 6					2; 3; 5	
Контроль качества		11, табл.18; 11.16						
Ограждения котлованов							Прил. 3	
Погружение свай заводского изготовления								
Контроль качества		11			15.5.7			
Границы опасных зон работы			7.9; 4.10; Прил. Г	5.2.4– 5.2.6; 6.1.7				
Забивка								
Расчетный отказ		Прил. 5						
Выбор параметров молота		Прил. 5						
Погружение свай в лидерные скважины					5.2.11– 5.2.13		5.8– 5.10	
Организация работ		11.9						
Мероприятия при выявлении отклонений от проекта		11.5; 11.11			7.3.7			
Производство работ в условиях городской застройки					7.5.5		2.2; 5.8– 5.10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Определение выпора грунта					8.18			
Производство работ в зоне инженерных коммуникаций		11.4	4.11.3 7.2.5.2				3.1– 3.3	
Вдавливание								
Конечное усилие вдавливания		Прил. 6			15.2.23			
Расчет несущей способности								3.32
Устройство буронабивных свай								
Контроль качества		11			15.5			
Границы опасных зон работы			4.9; 4.10; Прил. Г					
Бетонирование свай		11.20– 11.35			15.3			
Установка арматурного каркаса		То же			То же			
Производство работ в зимних условиях		11			15.3			
Испытания грунтов сваями								
Динамические	5.7							
Статические	5.3							
Максимальная нагрузка при статических испытаниях	5.3; 5.4							
Срок отдыха свай						7.2.3		
Расчет несущей способности по значению отказа сваи	5.7	Прил. 5						

пятствующего проникновению влаги. Используется для приготовления буровых растворов.

Бетонолитная труба – применяют для подачи бетона на забой скважины при устройстве буронабивных свай.

Буровая труба – металлическая труба, соединяющая буровой инструмент с вращателем буровой установки. Полость трубы используется для циркуляции промывочной жидкости или подачи бетона.

Выпор грунта – подъем поверхности дна котлована, подстилаемого глинистым грунтом пластичной консистенции, при забивке и вдавливании заводских свай или устройстве набивных свай вкручиванием или вдавливанием буровых труб.

Глинистый раствор – многокомпонентная дисперсная система суспензии (в основном глинистого раствора), применяемая для промывки скважин при бурении, очищения забоя и транспортировки выбуренной породы из скважины, а также охлаждения бурового инструмента.

Залог – серия ударов (свыше трех) молотом по свае, при которой определяется отказ.

Келли-штанга – телескопическая ведущая штанга, используется при устройстве буровых свай под защитой обсадных труб для передачи крутящего момента и давления от вращателя на буровой инструмент.

Копер – автономная машина, предназначенная для подъема, установки сваи на точку погружения, корректировки, погружения сваи в грунт с помощью погружателя.

Колонковый бур – цилиндрический буровой инструмент с кольцевой коронкой, армированной твердосплавными резцами, для разбуривания скального грунта и массивов существующих фундаментов.

Лидерное бурение – бурение, которое выполняют до начала погружения заводских свай, для решения следующих задач: при работах в прослойках плотных грунтов, для предотвращения выпора грунта, для уменьшения уровня динамического воздействия на окружающую застройку. Диаметр бурового инструмента должен быть на 5 см меньше диагонали поперечного сечения погружаемой сваи, глубина бурения – не более 0,9 длины свай [54].

Молот сваебойный – машина, применяемая для погружения готовых свай в грунт ударами.

Молот механический – ударная часть молота в виде металлической болванки (отливки); поднимается стальным канатом с помощью лебедки по направляющей копра и свободно сбрасывается на голову сваи.

Молот дизельный – ударная часть перемещается вверх в результате расширения газов, возникающих от сгорания топливно-воздушной смеси, при этом полезная работа совершается молотом при свободном падении ударной части.

Молот гидравлический – ударная часть перемещается под действием давления в гидравлической системе, при этом в молотах двойного действия движение ударной части вниз происходит за счет как силы тяжести, так и давления масла в системе.

Обсадная труба – стальная труба, предназначенная для крепления стенок скважины в процессе устройства буровых свай.

Отказ – глубина погружения сваи от одного удара; определяется за залог.

Отказ расчетный – рассчитывается по формуле Герсеванова и косвенно характеризует несущую способность сваи по грунту, т. е. является динамическим эквивалентом предельной статической нагрузки на сваю [49].

Отказ критический – отказ, при котором прекращается погружение сваи из-за прослоек (включений) плотного грунта или недостаточной массы молота. Принимается равным 3 мм, дальнейшее погружение сваи после достижения критического отказа может привести к разрушению тела сваи.

Подводное бетонирование методом ВПТ – вертикально перемещаемой бетонолитной трубой. Бетонная смесь подается самотеком через опущенные до пяты буронабивной сваи бетонолитные трубы диаметром 200–300 мм. По мере увеличения высоты бетонного слоя трубы поднимаются и лишние звенья удаляются, при этом нижний конец трубы должен быть постоянно заглублен в бетонную смесь не менее чем на 0,8–1,5 м.

Показатель буримости – скорость разрушения горной породы на забое скважины, представляемая в нормативно-сметной документации в виде категорий сложности бурения.

Подмыв – способ, облегчающий погружение в грунт готовых свай или буровых труб за счет снижения сил трения о грунт или лобового сопротивления под действием подаваемой струи воды. Вода к нижнему торцу сваи (буровой трубы) под напором поступает либо по системе трубок, либо по водоводу в теле элемента.

Свая – это полностью или частично погруженный в грунт стержень, служащий для передачи давления от сооружения на нижележащие слои грунта. Если сваи проходят через слабые грунты и опираются своими нижними концами на плотную породу, то их называют сваями-стойками (рис. 1, а). Сваи, передающие давление главным образом за счет трения своих боковых поверхностей о грунт, называют висячими (рис. 1, б). По материалу различают сваи деревянные, бетонные, железобетонные и металлические, по способу погружения в грунт – забивные и буронабивные. По форме поперечного сечения сваи могут быть прямоугольными (призматическими) или круглыми также и с внутренней полостью (сваи-оболочки).

Слабые грунты – глинистый грунт со степенью влажности $S_r > 0,8$, показателем консистенции $IL > 0,5$, модулем деформации $E < 5$ МПа и расчетным сопротивлением $R_0 < 0,15$ МПа.

Технологическая карта – основной документ строительного процесса, регламентирующий его технологические и организационные положения; разрабатывается на отдельные или комплексные процессы.

Электроосмос – способ используют для облегчения погружения свай в плотные водонасыщенные грунты. После кратковременного воздействия постоянного тока у стенок погружаемой сваи-катода собирается грунтовая вода, понижаются силы трения между свайей и грунтом.

Желонка – буровой инструмент цилиндрической формы с клапаном в нижнем торце, предназначенный для сбора и извлечения бурового шлама из скважины.

Расширитель – инструмент для устройства уширенного основания буровых свай в связных грунтах. Окончательный угол раскрытия расширителей обычно составляет 60 градусов, а стандартное увеличение диаметра – 2–3 раза по сравнению с диаметром ствола.

Шейка сваи – дефект буронабивной сваи в виде сужения поперечного сечения бетонного ствола.

Шлам буровой – водная суспензия продуктов разрушения горных пород забоя, стенок скважины и бурового раствора. Извлекается из скважины буровым инструментом или выносятся промывочной жидкостью.

Шнек – буровой инструмент в виде стержня (трубы), по наружной поверхности которого приварена спирально навитая

стальная лента, в нижнем торце оснащен породоразрушающим наконечником. При вращении происходит транспортирование разрушенной породы на устье.

Шпур – цилиндрическая выработка в грунте диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м. Скважина – выработка диаметром свыше 75 мм и глубиной свыше 5 м. Устье, забой – соответственно верхняя и нижняя части шпура или скважины.

Шпунтовая стенка – сплошная стенка, образованная погруженными в грунт деревянными, железобетонными, стальными или полимерными шпунтовыми сваями. Служит водонепроницаемой преградой и удерживает от обрушения грунт стен котлована или предохраняет от динамических воздействий конструкции фундаментов существующих зданий при производстве работ.

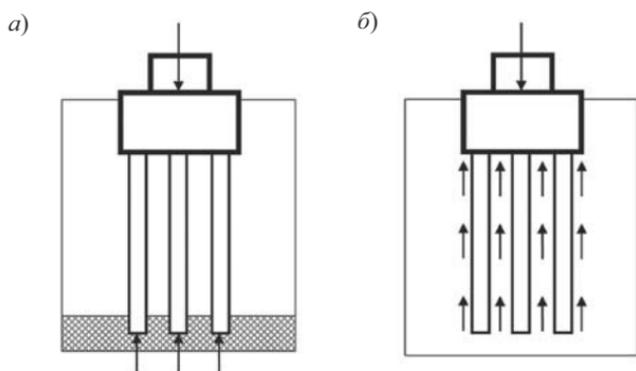


Рис. 1. Виды свайных фундаментов: *а* – фундамент на сваях-стойках, *б* – то же на висячих сваях

В табл. 2 представлены иностранные обозначения современных буронабивных свайных технологий.

Обозначения буронабивных технологий

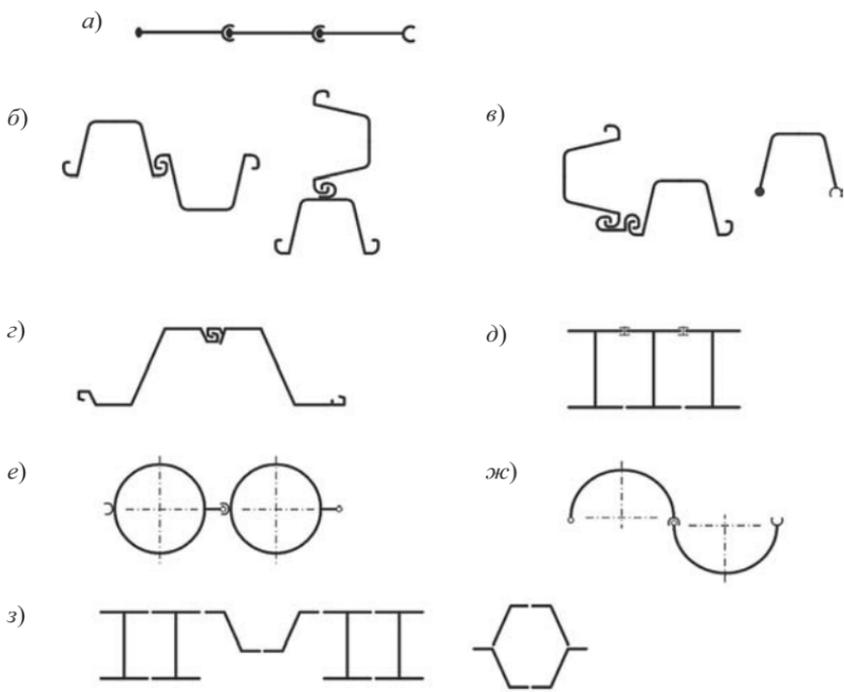
Описание технологии	Иностранное название технологии
Буровые сваи с извлечением грунта	
Проходной шнек – скважина устраивается с помощью непрерывного полого шнека	<i>CFA, SOB</i>
Технология двойного вращения	<i>Double Rotary, CAP, DKS, FOW</i>
Устройство свай под защитой обсадных труб с извлечением грунта шнеками или специальным буровым инструментом, закрепленным на конце телескопической штанги	<i>Kelly drilling, Reverse circulation drilling</i>
Набивные сваи без извлечения грунта	
С ввинчиванием полой обсадной трубы с теряемым башмаком	<i>Fudex, Atlas, Omega</i>
С вибрационным погружением обсадной трубы с теряемым башмаком	<i>RED BULL</i>
С забивкой полой обсадной трубы с теряемым наконечником и извлечением ее вибратором	<i>Vibrex, Syper Vibrex</i>
С уплотнением (вытеснением), раскаткой околосвайного грунта	<i>CDP, DDS, Displacement, VdW, Full displacement piling (FDP)</i>

2. Технологии устройства шпунтовых ограждений

В условиях нового строительства и реконструкции объектов при производстве различных видов работ нулевого цикла (ограждение котлованов, устройство разделительных стенок, создание в грунте водо-грунтонепроницаемых преград) по-прежнему чаще всего используют стальной шпунт, как более экономичное решение, также обладающее хорошей оборачиваемостью (для современных шпунтов составляет от 5 до 10 циклов) и достаточной жесткостью сечения для удержания стенок котлованов. Классификация шпунта по материалу и технологии погружения, а также виды стального шпунта представлены на рис. 2 и 3. Сравнитель-



Рис. 2. Конструктивно-технологическая классификация шпунта



Виды замковых соединений шпунтов

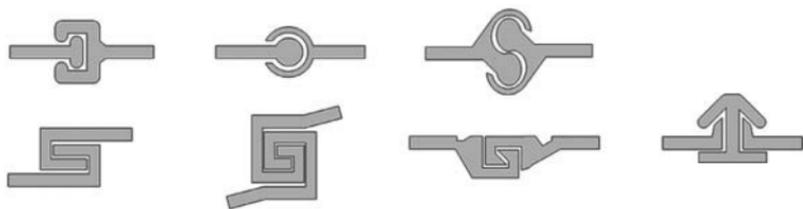


Рис. 3. Виды стального шпунта по форме поперечного сечения: *а* – плоский; *б, в* – корытообразного сечения (*U*-образный, Ларсен); *г* – *Z*-образный; *д* – *H*-образный; *е* – из труб; *ж* – из полутруб; *з* – комбинированные системы

ные технические характеристики стального шпунта с разными формами поперечного сечения представлены в табл. 3.

Для создания противофильтрационных завес, систем противодействия эрозии берегов рек, стоков и водоемов, ограждения неглубоких котлованов, формирования площадей зеленых зон на практике доказана эффективность применения полимерного

Таблица 3

Сравнительные технические характеристики стального шпунта

Тип шпунта (марта)	Момент инерции I_x , см ⁴ /м	Момент сопротивления W_x , (см ³ /м)	Вес 1 м ² , кг	Размеры: ширина / высота, см	Форма сечения
	На 1 м шпунтовой стены				
Российского производства					
(П) 4010	129	45	112,3	40	Рис. 3, а
(П) 5012	111	39	119,9	50	Рис. 3, а
Л4	39 600	2200	190	43,6 / 20,4	Рис. 3, б
Л5	50 943	2962	238	46,6 / 19,6	Рис. 3, б
Л5ум	76 437	3555	228	50,0 / 23,8	Рис. 3, б
(К)120	25 500	1210	110,5	58 / 42	Рис. 3, в
(К)160	38 100	1610	120	73 / 47	Рис. 3, в
(К)180	45 400	1810	126	69,5 / 50	Рис. 3, в
(К)200	51 000	2040	135	82,5 / 50	Рис. 3, в
(К)220	58 600	2240	140	79,5 / 52	Рис. 3, в
(К)250	69 200	2510	148	75,5 / 55	Рис. 3, в
(К)300	94 200	3010	155	96 / 62,5	Рис. 3, в
(К)320	103 700	3210	159	93,5 / 64,6	Рис. 3, в
(К)355	120 500	3570	167	89 / 67,6	Рис. 3, в
F 4210	225 281	4227	138	101 / 50	Рис. 3, ж
F 4610	247 340	4641	150	101 / 50	Рис. 3, ж
F 5010	269 315	5053	162	101 / 50	Рис. 3, ж
F 5810	313 018	5873	162	101 / 50	Рис. 3, ж
F 4512	286 118	4520	123	121 / 50	Рис. 3, ж
F 5012	317 403	5014	136	121 / 50	Рис. 3, ж
F 5512	348 558	5570	148	121 / 50	Рис. 3, ж
Европейского производства, фирмы <i>Arcelor Mittal</i>					
AZ14	21 300	1400	116,9	67 / 30,4	Рис. 3, з
AZ17	31 580	1665	108,6	63 / 37,9	Рис. 3, з
AZ18	34 200	1800	118,1	63 / 38	Рис. 3, з
AZ19	36 980	1940	128,6	63 / 38,1	Рис. 3, з
AZ25	52 250	2455	145,2	63 / 42,6	Рис. 3, з
AZ26	55 510	2600	155,2	63 / 42,7	Рис. 3, з
AZ28	58 940	2755	165,7	63 / 42,8	Рис. 3, з
AZ46	110 450	4595	228,6	58 / 48,1	Рис. 3, з
AZ48	115 670	4800	240,6	58 / 48,2	Рис. 3, з
AZ50	121 060	5015	252,9	58 / 48,3	Рис. 3, з
HZ 880MA	363 720	8525	280	239,8 / 80	Рис. 3, з
HZ 1080MA	688 290	12515	332	239,8 / 105	Рис. 3, з
HZ 1180MA	916 220	16425	413	239,8 / 108	Рис. 3, з

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru