

А.В. Мяснянкин, А.А. Мяснянкин

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ



**А.В. Мяснянкин, А.А. Мяснянкин**

# **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**



Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2013

Рецензенты:  
директор ООО «Викон» *А.Е. Козлов*;  
заместитель генерального директора по строительству  
фирмы БАЛМА-Инжиниринг *А.П. Беляев*.

**Мяснянкин А.В., Мяснянкин А.А.**

Перспективные конструкции зданий и сооружений: Справочное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. – 144 с.

**ISBN 978-5-93093-927-9**

В учебном пособии рассмотрены последние достижения в области строительства на селе, предложенные учеными, проектировщиками и производителями за последние 10–15 лет. В частности, новые конструкции забивных свай (свай-копители), столбчатых и комбинированных конструкций щелеблочных и пневмонабивных фундаментов и технология их устройства.

Проводятся разработки рационального оборудования и приспособлений, служащих для образования скважин под фундаменты.

Кроме того, рассмотрены вопросы блочного строительства и возведения котельных и их оборудования, которое готовится (монтируется) в заводских условиях и транспортируется к месту монтажа. Производится блочное возведение очистных сооружений и теплиц. Очистные сооружения внедряются как у нас в стране, так и за рубежом. Эти прогрессивные методы представляют интерес для студентов строительных специальностей, студентов, обучающихся по экстернатам и аспирантурам.

**ISBN 978-5-93093-927-9**

© Мяснянкин А.В., Мяснянкин А.А., 2013  
© Издательство АСВ, 2013

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. ЗАБИВНЫЕ СВАИ</b> .....	5
1.1. Железобетонная призматическая забивная свая.....	5
1.2. Полая круглая свая с открытым нижним концом.....	9
1.3. Пирамидальная свая.....	10
1.3.1. Пирамидальная железобетонная свая со стойкой.....	11
1.3.2. Бипризмопирамидальная свая.....	13
1.3.3. Призмотрапецеидальная свая.....	15
1.3.4. Призмотрапецеидальная свая с раздельной стойкой.....	17
1.4. Булавовидная свая.....	18
1.5. Свая-капитель.....	22
1.6. Свая-бикапитель.....	23
1.7. Свая-оголовок.....	23
1.8. Свая-колонна.....	25
1.9. Высокоэффективная свая-плита.....	27
1.10. Свая с ребристой плитой.....	28
1.11. Забивная свая с полимерной арматурой.....	29
1.12. Сваи повышенной ударостойкости.....	30
1.13. Сваи с экономичным армированием.....	34
1.13.1. Свая с цилиндрическим пространственным каркасом.....	34
1.13.2. Свая с крестообразным пространственным каркасом.....	35
1.14. Тавровая свая для строительства производственных зданий с каркасом из трех шарнирных рам.....	36
1.15. Двутавовая свая для фундаментов производственных зданий с каркасом из трех шарнирных рам.....	37
1.16. Фундаменты с применением козловых свай.....	39
1.17. Деревянная свая.....	40
1.18. Эволюция капителей свайных фундаментов.....	42
1.19. Анализ причин недопогружения свай и способы их устранения.....	45
<b>Глава 2. ФУНДАМЕНТЫ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ</b> .....	47
2.1. Микросвайные фундаменты.....	47
2.2. Штампонабивной фундамент с микросваями.....	48
2.3. Пневмобетонные фундаменты.....	49
2.4. Устройство щебнебетонных фундаментов.....	55
2.5. Фундаменты в вытрамбованных котлованах.....	60
2.6. Фундамент-цоколь.....	62

2.7. Устройство фундаментов в пробитых скважинах .....	64
2.8. Щелевидные фундаменты .....	66
2.9. Асботрубожелезобетонный фундамент.....	69

<b>Глава 3. СТОЛБЧАТЫЕ ФУНДАМЕНТЫ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b> .....	74
3.1. Прерывистые фундаменты .....	74
3.2. Устройство конусовидных фундаментов .....	76
3.3. Унифицированные дырчатые блоки .....	79

<b>Глава 4. ОСНОВАНИЯ, ФУНДАМЕНТЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b> .....	83
4.1. Применение забивных свай капителей.....	83
4.2. Устройство ленточных фундаментов для жилого 27-квартирного дома на насыпных грунтах в пос. Привокзальный .....	88
4.2.1. Характер участка.....	88
4.2.2. Уплотнение грунтов трамбованием.....	89
4.3. Опыт усиления фундаментов капсельного цеха фарфорового завода в п. Вербилка Дмитровского района Московской области.....	93
4.4. Опыт усиления фундаментов реконструируемого здания.....	97
4.5. Экспериментальное внедрение свайных фундаментов для Прирельсового склада минеральных удобрений емкостью 6300 тонн (разработка МосгипрНИИсельстроя) ....	103
4.6. Устройство щебнебетонных фундаментов в пробитых скважинах.....	107

<b>Глава 5. ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ</b> .....	110
5.1. Проект на стабилизацию грунтового основания под надземные резервуары емкостью 5000 м <sup>3</sup> (т.п. 7.-02-95/62) (разработка треста «Мособлоргтехстрой») .....	110
5.2. Экспериментальные компактные очистные сооружения в совхозе «Виноградовский» (разработка треста «Мособлспейстрой» № 4).....	116
5.3. Блочное возведение котельной .....	123
5.4. Блочный монтаж теплиц.....	131

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b> .....	132
---------------------------	-----

<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	140
---------------------------------------	-----

# Глава 1. ЗАБИВНЫЕ СВАИ

## 1.1. Железобетонная призматическая забивная свая

В настоящее время широкое распространение получили призматические сваи (рис. 1.1). Эти конструкции просты в изготовлении, область их применения практически не ограничена. Они изготавливаются из бетона класса В20–В25, армируются пространственным каркасом. Диаметр применяемой арматуры 10...40 мм [1].

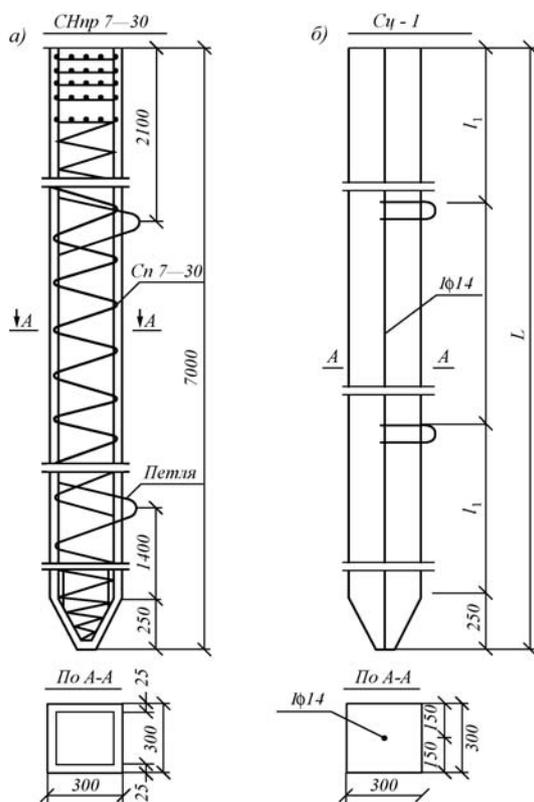


Рис. 1.1. Железобетонная призматическая забивная свая:

- а – с пространственным арматурным каркасом;
- б – центрально-армированная одним стержнем

Поперечное сечение призматических свай может быть от 20×20 см до 45×45 см. Длина сваи и ее поперечное сечение выбираются в зависимости от грунтовых условий и нагрузки. В основ-

ном сваи армируются продольными стержнями диаметром от 12 до 24 см, которые сходятся у острия. Защитный слой бетона равняется 30...50 мм.

В последнее время строители Башкирии широко применяют забивные сваи без острия. Подобная конструкция более технологична, но точность погружения свай уменьшается, особенно это заметно при забивке свай до проектной отметки.

Работы по забивке свай производятся в соответствии с технологическими картами. Технологические карты входят в состав проекта производства работ на выполнение подземной части здания, фундамент которого включает забивные сваи (рис. 1.2).

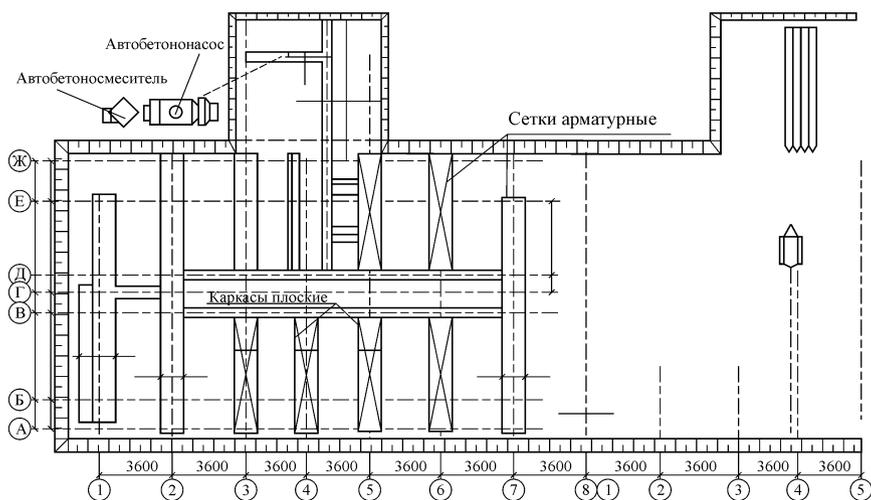
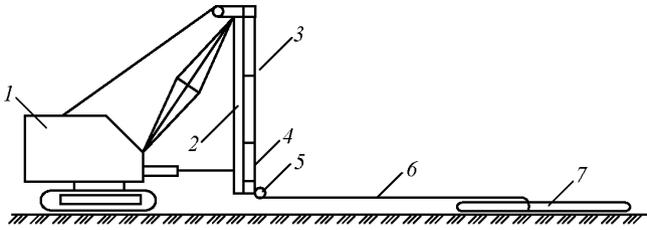
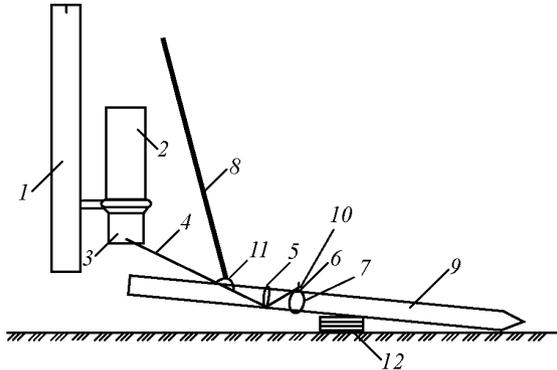


Рис. 1.2. Элемент технологической карты

При погружении свай забивкой предусматривается выполнение следующих подготовительных работ: срезка растительного слоя, планировка строительной площадки, обеспечивающей отвод воды, освобождение места забивки свай (полностью или частично), разбивка и закрепление главных осей здания, обозначение кольщиками (металлическими штырями) места погружения каждой сваи в рядах, установка сваи в рабочее положение и составление схемы движения сваебойного агрегата. В рабочем положении производится подтягивание (рис. 1.3), подъем (рис. 1.4) и установка свай в заданное положение, а также их погружение с использованием сваебойного агрегата.

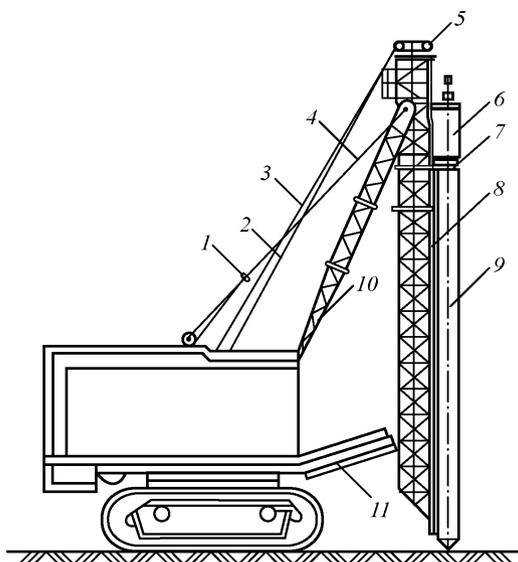


**Рис. 1.3. Схема подтаскивания сваи через нижний отводной блок:**  
 1 – копер; 2 – копровая стрела; 3 – рабочий трос; 4 – молот; 5 – нижний отводной блок; 6 – строп; 7 – свая



**Рис. 1.4. Схема устройства для подъема и установки сваи:**  
 1 – копровая стрела; 2 – молот; 3 – наголовник; 4 – канаты подвески хомута; 5 – хомут (направляющая рамка); 6 – подвеска с крюком; 7 – универсальный строп; 8 – свайный трос; 9 – свая; 10 – штырь-фиксатор; 11 – петля; 12 – подкладка

Забивка свай осуществляется трубчатыми, штанговыми дизель-молотами или копром-манипулятором с гидромолотом. Этот копер оборудован механизмом для срезки свай на проектной отметке, который обеспечивает сохранность забитой сваи и срезанной ее части, манипулятором-установщиком свай под молот, свайным гидромолотом с регулируемым режимом работы. Копер-манипулятор выполняет следующие операции: захват модульных (6-метровых) свай с поверхности земли, установку их под молот, забивку свай в грунт, их стыковку и срезку непогруженной части сваи по достижении величины проектного отказа. Срезанная копром-манипулятором часть сваи переносится к месту нового погружения сваи и погружается так, чтобы забитая часть сваи стыковалась с модульной.



**Рис. 1.5. Сваебойная установка:**

1 – полиспаст; 2 – канат молота; 3 – свайный канат; 4 – стреловой канат;  
 5 – головка с блоками; 6 – молот; 7 – наголовник; 8 – мачта; 9 – свая;  
 10 – стрела экскаватора; 11 – телескопическая распорка

*Таблица 1.1*

**Техническая характеристика штангового дизель-молота С-330  
 с неподвижными штангами**

Параметры	С-330
Масса ударной части, кг	250СН
Энергия удара, кг/м	2000
Наибольшая высота подъема ударной части молота, мм	2300
Степень сжатия	25
Число ударов в 1 мин	50-55
Размер гнезда под сваю, см	46,5
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	
длина	4540
высота	870
ширина	980
Масса молота, кг	4200

## 1.2. Полая круглая свая с открытым нижним концом

Поиски рациональных конструкций забивных свай привели к тому, что были разработаны и внедрены в строительное производство полые сваи, которые бывают с открытым нижним концом (рис. 1.6) и закрытым [2]. В первом случае работа этих свай включает лобовое и боковое сопротивление грунта, при этом, если применяются полые сваи с открытым нижним концом, происходит увеличение бокового сопротивления грунта сваи, чему способствует проникаемый в цилиндрическую полость сваи грунт, создающий трение по внутренней ее поверхности, увеличивая таким образом сопротивляемость сваи. Это, в свою очередь, ведет к повышению ее несущей способности. Однако цилиндрическая полость уменьшает площадь поперечного сечения ствола сваи и толщину ее стенок, обрамляющих полость, что приводит к уменьшению лобового сопротивления сваи.

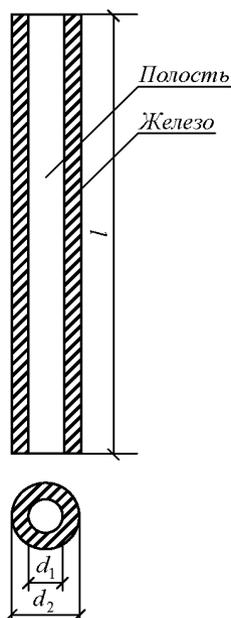


Рис. 1.6. Полая круглая свая

Для изготовления полых свай необходимо специальное оборудование и изменение технологии их изготовления, что увеличивает их стоимость, а это отрицательно сказывается на внедрении этих свай в строительное производство.

Предельная длина рассматриваемой конструкции сваи достигает 40 м, она зависит от мощности напластований слабых грунтов, широко распространенных в нашей стране. Такие грунты встречаются в Прибалтике, Архангельске, Петербурге, Владимирской области. При выборе длин рассматриваемых свай необходимо соблюдать отношение длины сваи к ее диаметру  $L/d = 50...55$ . В то же время предельные длины свай принимаются с учетом длин центрифуг при обязательном соблюдении упомянутого отношения. Полученные звенья соединяются болтами или сваркой.

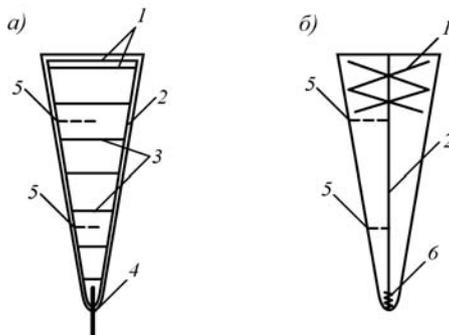
При применении полых круглых свай по сравнению с ненапряженными квадратными сваями достигается экономия бетона в размере 20...25%, а арматуры до 35...40%.

Использование полых круглых свай, запроектированных «Фундаментпроектом», по сравнению с аналогичными сваями, применяемыми в Японии, способствует одному экономному расходованию арматуры (до 40...45%), причем в Японии сваи рассчитаны на восприятие сейсмических нагрузок, возникающих при землетрясениях.

Погружение полых круглых свай производится по вышеуказанной технологии.

### 1.3. Пирамидальная свая

Одесский инженерно-строительный институт в качестве фундаментов для строительства объектов с несущими стенами предложил использовать короткие забивные пирамидальные сваи (рис. 1.7) с монолитным или сборным ростверком.



**Рис. 1.7. Пирамидальные сваи:**

*а* – с ненапрягаемой арматурой; *б* – с напрягаемой арматурой; 1 – арматурные сетки «головы»; 2 – продольная арматура; 3 – хомуты; 4 – штырь; 5 – петля; 6 – спираль острия

Длина таких свай 2,0...4,0 м, верхнее поперечное сечение 400...700 мм, нижнее – 100...150 мм.

При погружении их до проектной отметки и опирании сборного ростверка или панели на верхнюю часть сваи значительно возрастает производительность труда. Кроме того, применение пирамидальных свай приводит к увеличению несущей способности фундаментов, которая создается за счет опирания боковых наклонных граней на более плотные нижележащие грунты. При погружении свай и действии боковых наклонных граней на грунт происходит сдвиг частиц грунта с последующим уплотнением его структуры. При этом боковые наклонные грани опираются на уплотненную околосовайную зону грунта, что приводит к увеличению несущей способности свай [2]. Внедрение пирамидальных свай с экономичным армированием позволяет в 3 раза снизить затраты по сравнению с ленточными фундаментами при глубине их заложения 1,2...1,8 м. Однако наряду с положительными особенностями имеются и существенные недостатки, в частности то, что верхнее поперечное сечение увеличенного размера находится в зоне верхних грунтов, которые, как правило, обладают меньшей плотностью по отношению к нижележащим грунтам, имеющим большую сопротивляемость, что снижает эффект от их применения. И наоборот, в более плотные нижние грунты свая входит острием, сечение которого минимально (до 100 мм). В этом случае резко уменьшается лобовое сопротивление сваи, а в результате и ее несущая способность. Для изготовления пирамидальных свай требуются специальные формы, а для их погружения специальное оборудование. Погружение таких свай должно производиться преимущественно в талых грунтах, в пучинистых грунтах оно ограничено.

Указанные недостатки являются существенным тормозом для более широкого внедрения пирамидальных свай в строительное производство.

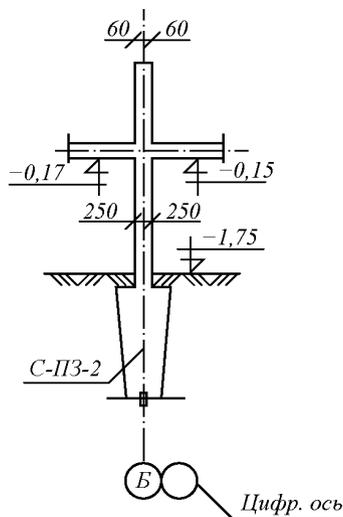
### ***1.3.1. Пирамидальная железобетонная свая со стойкой***

Трест «Мособлинжстрой» № 1 Главмособлстроя построил жилой дом, где под наружные стены были забиты пирамидальные сваи, а под внутренние те же сваи со стойкой (рис. 1.8). Погружение свай производилось в обоих случаях до проектной отметки, что устранило трудозатраты по срубке «голов» и устройству ростверка.

Погружение пирамидальных свай должно производиться только в талые грунты. Боковые грани пирамидальных свай не должны соприкасаться с мерзлым грунтом по той причине, что увеличиваю-

щее сопротивление грунта приводит к повышению ее несущей способности. В нашей стране грунт в течение 5–6 месяцев находится в замерзшем состоянии, следовательно, для его отогрева необходимы дополнительные затраты труда и энергии.

Более того, по истечении времени структурные связи грунта по боковым наклонным граням свай нарушаются, что приводит к уменьшению несущей способности свай. Изготовление этих свай связано со значительным расходом металла и трудозатрат.



**Рис.1.8. Пирамидальная свая со стойкой**

Вышеуказанные недостатки, которые несвойственны призматическим забивным сваям, отрицательно влияют на внедрение их в строительное производство. Поэтому возникла необходимость в разработке такой конструкции, которая совмещала бы положительные особенности пирамидальной и призматической забивных свай. Наиболее удачной конструкцией в этом случае следует принять призмо-пирамидальную сваю [3].

Призматическая форма сваи принимается на высоту (глубину) промерзания грунта, ниже, к острию, ее поперечное сечение уменьшается. Размер верхнего сечения позволяет опирать сборный ростверк или стеновую панель на верх сваи, погруженной до проектной отметки (рис. 1.9).

Справочное пособие

Алексей Васильевич **Мяснянкин**  
Александр Алексеевич **Мяснянкин**

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*  
Редактор: *Г.М. Мубаракшина*  
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.  
Подписано к печати 15.01.13. Формат 60x90/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 9 п.л. Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>