

Лекция №4

Типы конструкций и классификация
фундаментов перекачивающих агрегатов и
оборудования станций

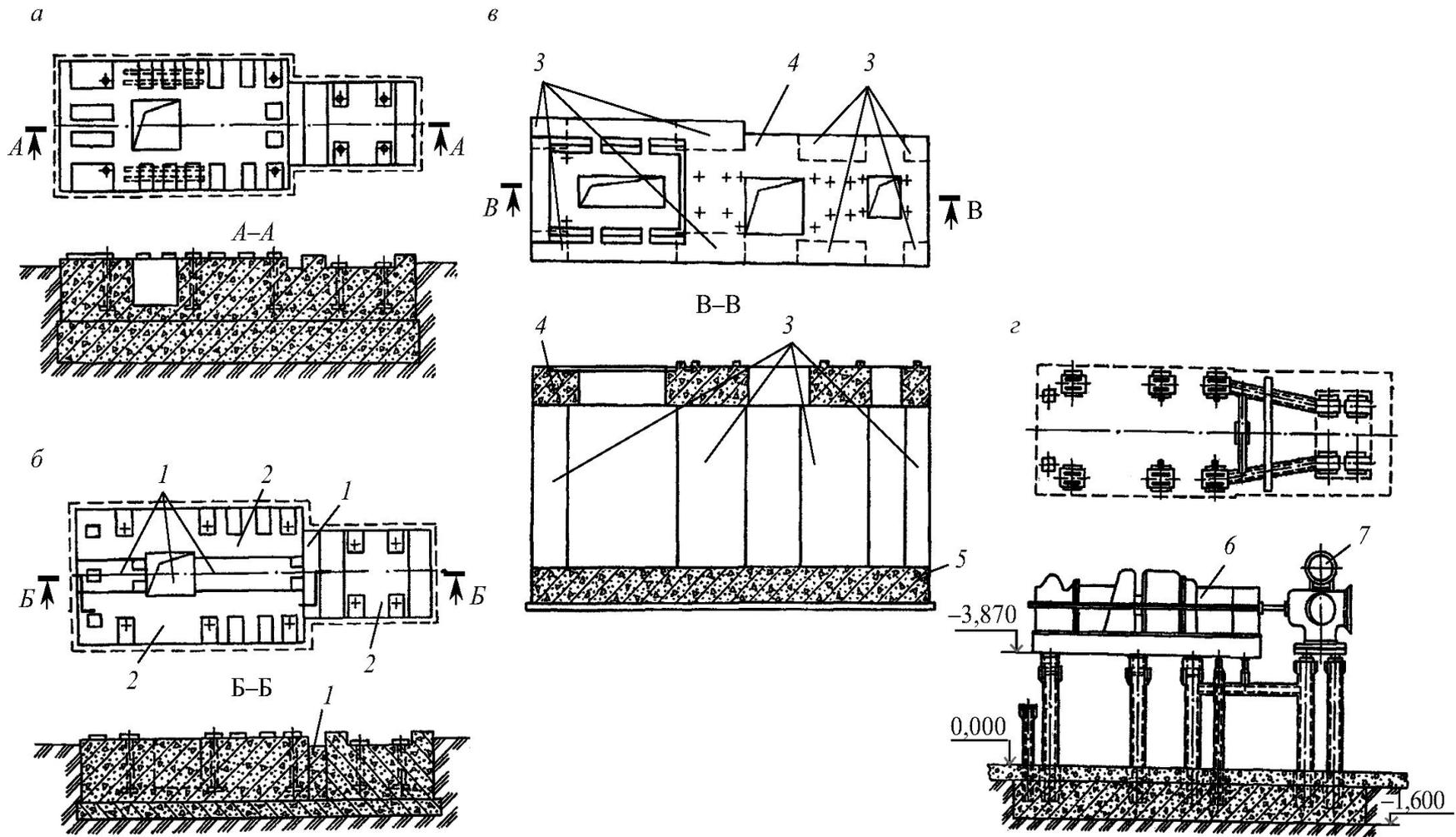
К фундаментам перекачивающих агрегатов предъявляются более жесткие требования по сравнению с фундаментами зданий, что объясняется большими динамическими нагрузками на фундаменты и минимальными допусками на горизонтальность и смещение фундаментов.

Поэтому фундаменты перекачивающих агрегатов должны обладать необходимой статической прочностью и малой чувствительностью к динамическим (вибрационным) нагрузкам; малой амплитудой колебания или ее отсутствием, или же малой динамической осадкой.

В практике сооружения насосных и компрессорных станций применяют три типа фундаментов перекачивающих агрегатов:

- массивные,
- рамные;
- свайные.

Тип фундаментов перекачивающих агрегатов НС и КС зависит от многих причин: высотной отметки расположения перекачивающего агрегата, характера и прочности грунтов основания и района строительства.



Фундаменты перекачивающих агрегатов насосных и компрессорных станций:
 а — массивные монолитные; б — массивные сборно-монолитные; в — рамные; г — свайные на стойках с массивной плитой; 1 — монолитный участок; 2 — блок; 3 — стойки; 4 — рама; 5 — плита; 6 — ГТУ; 7 — нагнетатель

Массивные фундаменты конструируют с необходимыми выемками и отверстиями для отдельных частей оборудования и колодцами для анкерных болтов. Конфигурация и размеры этого фундамента в плане зависят от конфигурации и размеров основания перекачивающих агрегатов. Массивные фундаменты широко применяют на НС и КС под насосные и газоперекачивающие агрегаты с нулевой высотной отметкой или с незначительным отклонением от нее. Такие фундаменты отличаются высокой несущей и демпфирующей способностью, т. е. способностью к гашению колебаний. Массивные фундаменты выполняют монолитными и реже — сборно-монолитными.

Фундаменты рамного типа имеют вид стоящего на фундаментной плите каркаса из ригелей и стоек. Фундаменты должны удовлетворять условиям прочности и устойчивости. Конструкция верхней части фундамента диктуется габаритами машины и удобством ее обслуживания.

Эти фундаменты широко применяют для газоперекачивающих агрегатов, устанавливаемых на плюсовых высотных отметках до +4,5 м. К таким агрегатам относятся газоперекачивающие агрегаты с приводом от стационарных газовых турбин ГТК-10, ГТ-6-750, ГТ-750-6.

Фундаменты выполняют из бетона класса не ниже В12,5 с применением арматуры класса АІ-АІІІ.

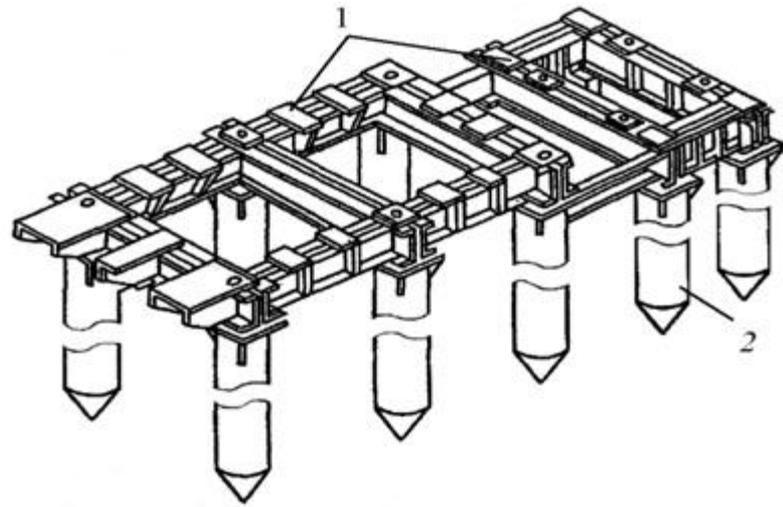
Массивные фундаменты армируют только по поверхности, а также в местах ослабления отверстиями или приложения сосредоточенных сил. Рамные фундаменты армируют как стойки и ригели рам по нормам проектирования железобетонных конструкций.

Фундаменты под оборудование обычно выполняют монолитными, армируют сварными сетками и каркасами, опалубку делают из железобетонных тонких плит, которые впоследствии оставляют в составе конструкции фундамента.

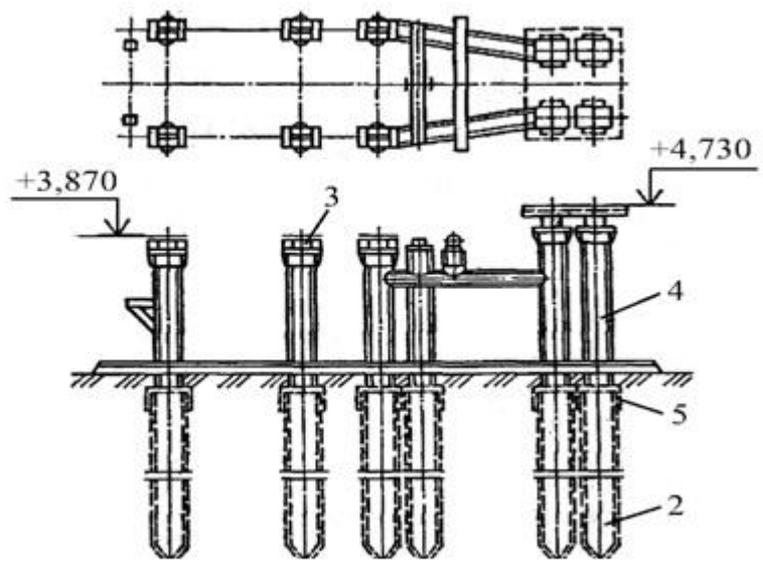
Сваи представляют собой стержни, погруженные в грунт или изготовленные в грунте и передающие нагрузки от сооружения грунту.

Верхние части свай объединяются плитой или балкой, которые называются ростверком. Ростверк передает нагрузки от сооружения на сваи и обеспечивает их совместную работу. Сваи с ростверком составляют свайный фундамент. В ряде случаев применяют безростверковые свайные фундаменты, к ним относят сваи-колонны и одиночные сваи, на которые надевают специальные оголовки. Свайные фундаменты проектируют на основе инженерно-геологических и гидрологических условий строительной площадки в соответствии с указаниями

а

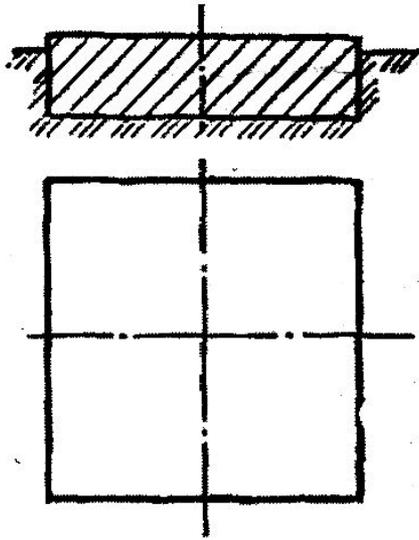
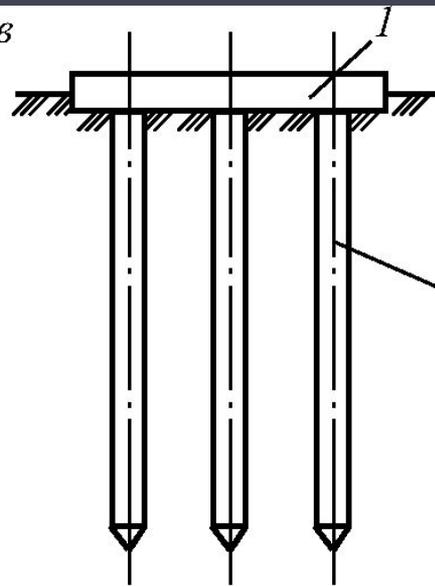
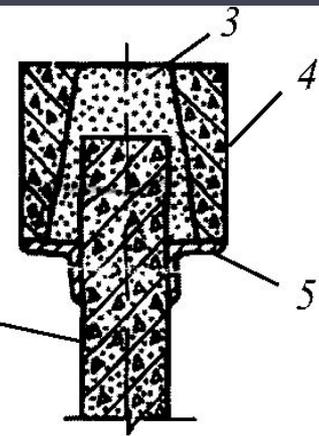
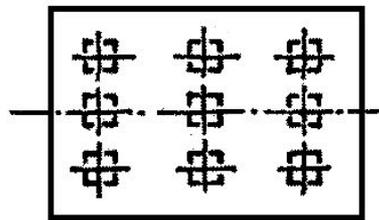
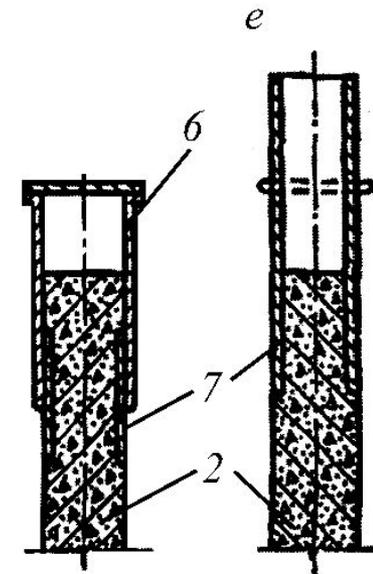


б



Свайные фундаменты с установкой перекачивающих насосных агрегатов:

на отметке: а — нулевой; б — выше нулевой; 1 — стальная рама; 2 — свая; 3 — башмак; 4 — стойка; 5 — оголовок

a*б**в**г**б**д**е*

Фундаменты для технологического оборудования насосных и компрессорных станций:

a — сплошной плитный; *б* — из песчано-гравийной смеси; *в* — свайный; *г, д, е* - свайный безростверковый: с оголовком из железобетона; стальным и подвижным стаканом; стальным и неподвижным стаканом; 1 — ростверк; 2 — свая; 3 — бетонная смесь; 4 — оголовок; 5 — уголок; 6 — подвижный стакан; 7 — неподвижный стакан

Выполнение свайных фундаментов не требует устройства больших котлованов и траншей. Вместе с тем сваи позволяют передавать нагрузки на плотные грунты, лежащие глубоко от поверхности, обладающие большей несущей способностью, чем грунты, лежащие вблизи поверхности земли. При соответствующих способах погружения свай они дополнительно могут уплотнять слабые грунты.

Применение свайных фундаментов для газоперекачивающих и насосных агрегатов дает значительные технико-экономические преимущества:

- малый объем земляных работ при сооружении свайных фундаментов;

- значительное снижение:

- а) расхода бетона;

- б) трудоемкости возведения таких фундаментов по сравнению с трудоемкостью возведения массивных и рамных монолитных железобетонных фундаментов. Даже по сравнению с трудовыми затратами при сооружении модернизированных рамных фундаментов экономия трудовых затрат при сооружении свайных фундаментов составляет 30 %;

- в) сроков возведения фундаментов газоперекачивающих и насосных агрегатов.

По материалу сваи могут изготавливаться:

- железобетонными;
- бетонными;
- стальными;
- деревянными.

Выбор материала свай определяется гидрогеологическими условиями; особенностями возводимого сооружения; применяемым для устройства свай оборудованием и другими факторами.

По способу изготовления и заглубления в грунт различают следующие виды свай:

- сборные и монолитные;
- забивные;
- вдавливаемые;
- завинчиваемые;
- буроопускные;
- буронабивные, в т.ч. с уплотненным забоем, набивные в пробивных скважинах, виброштампованные.

Применение различного вида свай должно быть обосновано технико-экономическими расчетами.

В качестве забивных свай чаще всего используются железобетонные сваи, они могут применяться независимо от уровня грунтовых вод и в любых грунтах при отсутствии включений валунов.

Стальные и деревянные сваи используются редко.

Погружение в грунт забивных свай выполняют при помощи молотов, вибропогружателей (вибрация ослабляет сцепление между зернами грунта и между грунтом и сваей и способствует погружению свай в грунт), вибровдавливающих и вдавливающих устройств.

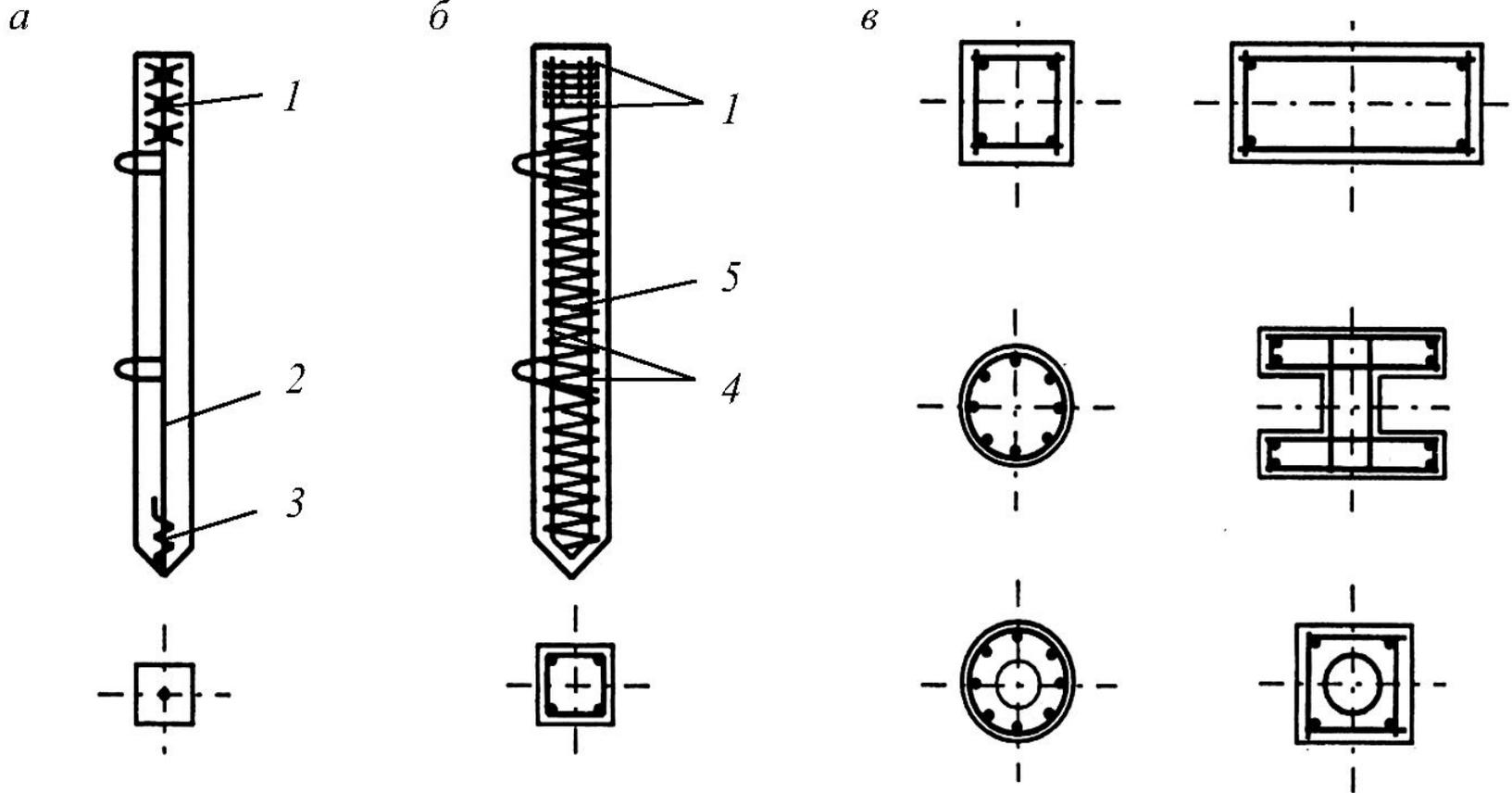
Железобетонные сваи изготавливают сплошного сечения (квадратные, прямоугольные, круглые и др.) и пустотелые с открытым или закрытым нижним концом. Круглые пустотелые сваи большого диаметра (обычно 100-160 см) называются сваями-оболочками.

Сваи без поперечного армирования ствола применяют для восприятия вдавливающих нагрузок до 500 кН и горизонтальных нагрузок до 15 кН при условии полного погружения свай в грунт и в случае, если часть свай выступает до 2 м над поверхностью грунта и находится внутри помещения с положительными температурами.

Сваи с поперечным армированием ствола рекомендуется применять для всех видов зданий и сооружений в любых грунтах для восприятия вдавливающих, выдергивающих и горизонтальных нагрузок.

Армирование свай; формы поперечного сечения свай:

свая: а — без поперечного армирования; б — с поперечным армированием; в — сечения свай; 1 — арматурные сетки; 2 — предварительно напряженный стержень; 3 — арматурная спираль; 4 — стержни арматурного каркаса; 5 — навивка арматуры в виде спирали



Наряду с забивными сваями достаточно часто применяют набивные и буронабивные сваи.

Набивные сваи изготавливают в скважине, предварительно пробитой в грунте. При пробивке грунт уплотняется, за счет чего повышается несущая способность свай. Набивные сваи выполняются диаметрами до 1,2 м включительно, длиной до 50 м.

Набивные сваи различаются по способам изготовления. Так, набивные виброштампованные сваи изготавливаются путем заполнения скважин жесткой бетонной смесью, уплотняемой виброштампом в виде трубы с заостренным нижним концом и закрепленным на ней вибропогружателем.

В случае возможного обрушения стенок скважины применяют набивные сваи с извлекаемой или с неизвлекаемой оболочкой. При их изготовлении в пробитую скважину опускается инвентарная труба, нижний конец которой закрыт бетонной пробкой, в трубу подается бетонная смесь, и по мере заполнения трубы бетоном она извлекается из скважины, бетон при уплотнении вдавливается в грунт. Бетонная пробка остается под нижним концом сваи. При необходимости после заполнения бетонной смесью оставляют также и трубы, которые в этом случае являются оболочкой сваи.

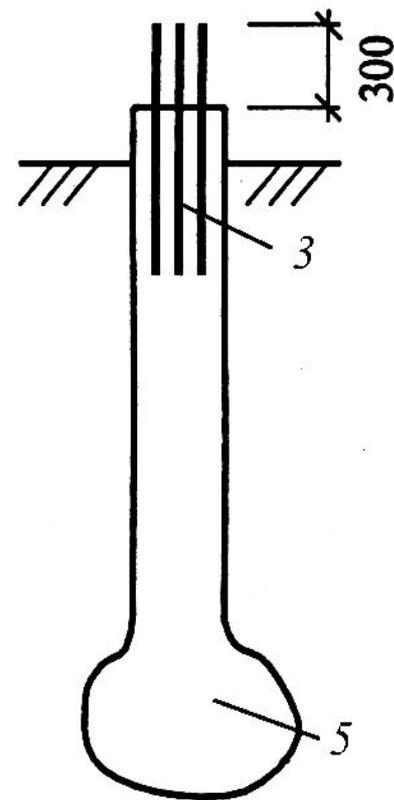
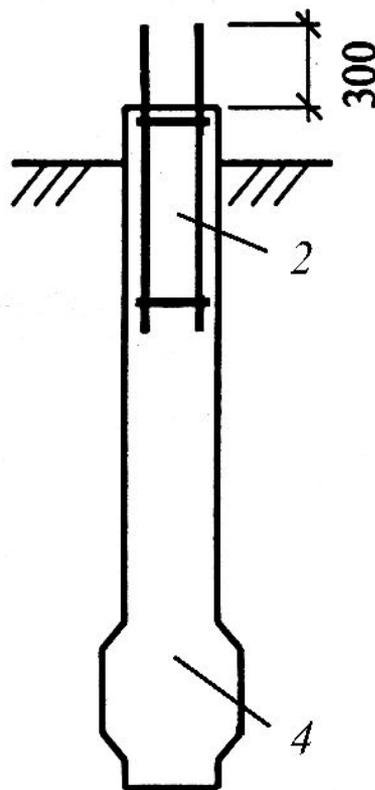
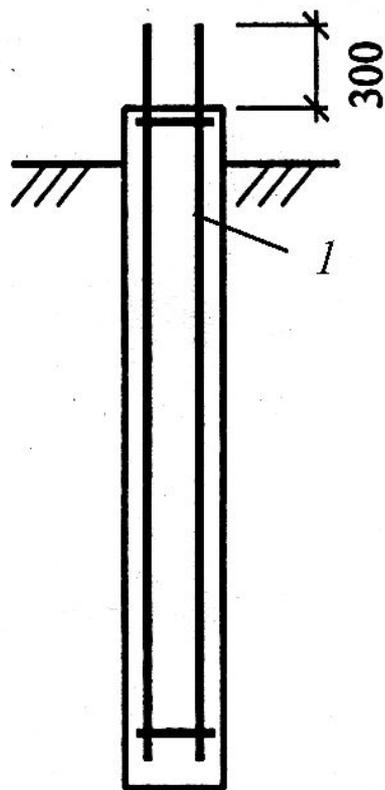
Буронабивные сваи изготавливают в заранее пробуренных скважинах. По способам изготовления и размерам они выполняются аналогично набивным сваям.

Набивные и буронабивные сваи могут усиливаться арматурой. Арматурные каркасы ставят на всю длину или только в верхней части сваи. Выпуски арматуры позволяют обеспечить связь свай с ростверком.

Недостатком набивных и буронабивных свай является сложность контроля за качеством выполненных свай. Пробные раскопки свай иногда выявляют, что бетон свай расчленен осыпавшимся со стенок скважины грунтом, особенно часто это случается при выполнении свай малого диаметра, а оставлять в грунте инвентарные трубы дорого. Вместе с тем буронабивные сваи позволяют производить работы практически без сотрясений земли, что важно при выполнении работ вблизи существующих зданий, целостность которых может нарушаться при забивке свай.

Буронабивные сваи:

арматурный каркас: 1 — на всю длину сваи; 2 — в верхней части сваи; 3 — арматурные стержни; уширенная пята сваи, выполненная: 4 — механическим способом; 5 — камуфлетным взрывом

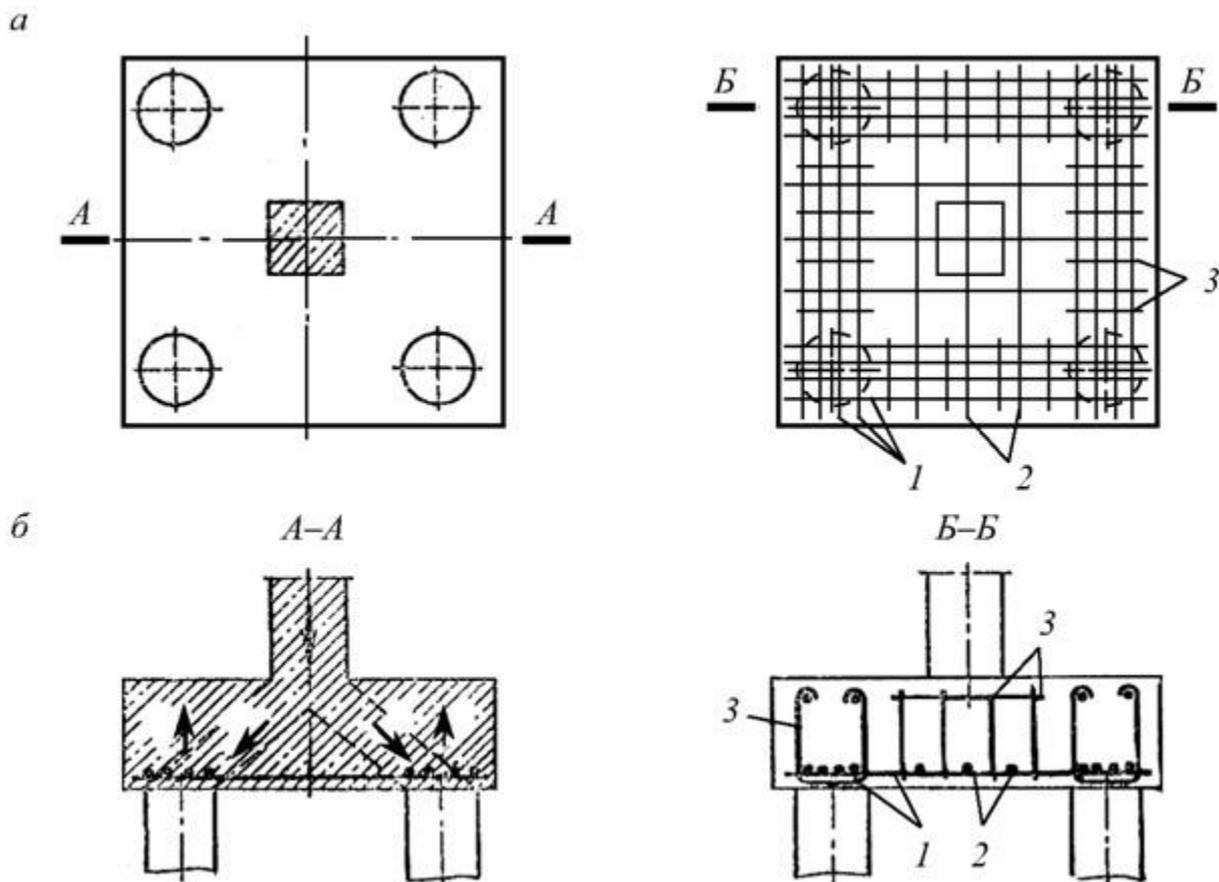


Известные конструкции свай очень разнообразны и по формам поперечного сечения, и по формам продольного сечения, и по способам заглубления в грунт или изготовления в грунте, и по конструкции различных элементов (ствол, оголовка, острие свай, армирование и т. п.). Рассмотренные конструкции свай наиболее простые и достаточно часто применяются в строительстве.

Ростверки свайных фундаментов предназначены для передачи давления от опор на сваи. Ростверк представляет собой жесткую плиту, в которой давление от сооружения распространяется от опоры во все стороны в плане. По направлениям от центра опоры в стороны свай эти силы передаются непосредственно на сваи, в пролете между сваями они должны быть уравновешены силами, которые необходимо «подвесить» к сжатой зоне ростверка и таким образом также передать на сваи. В соответствии с этим устанавливают схему армирования ростверка.

Ростверк отдельной опоры:

а — план; б — схема внутренних сил; в — схема армирования; 1 — арматурные контурные пояса для восприятия распора; 2 — арматура центральной зоны ростверка; 3 — хомуты контурных поясов



По характеру работы различают сваи-стойки и висячие сваи.

Сваи-стойки опираются на скальные или практически несжимаемые грунты. Под действием вдавливающей силы такие сваи практически не получают осадки, и, соответственно, между сваей и грунтом не возникают силы трения. Вся нагрузка, приложенная на сваю-стойку, передается по стволу сваи на грунт через острие сваи.

Висячие сваи опираются на сжимаемые грунты. Под нагрузкой они получают осадку; соответственно, между поверхностью сваи и грунтом возникают силы трения, а также грунт оказывает сопротивление острию сваи.

Проектируя свайные фундаменты, учитывают, что нижние концы забивных свай, как правило, должны заглубляться в прочные грунты, прорезая слабые напластования. Сваи, опирающиеся на крупнообломочные, гравелистые и средней крупности песчаные грунты, пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_L < 0,1$, заглубляются в них не менее чем на 0,5 м, а в прочие грунты, принятые за основание сваи, должны заглубляться не менее чем на 1,0 м.

Свайные фундаменты:

а - на сваях-стойках; б - на висячих сваях; 1 - сжимаемые грунты; 2 - скальные или малосжимаемые грунты; 3 - силы сопротивления по боковой поверхности сваи; 4 - силы сопротивления острию сваи

