

ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ТТК)

УСТРОЙСТВО БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Типовая технологическая карта разработана на устройство буронабивных свай в зимнее время.

Общие положения

Особенности погружения свай в мерзлые грунты

В зимних условиях, в зависимости от глубины промерзания грунта применяются следующие способы погружения свай:

если толщина мерзлого слоя не превышает 0,7 м, используют более мощное сваебойное оборудование;

при толщине мерзлого слоя более 0,7 м бурят лидирующие скважины, разрыхляют или протаивают грунт в местах расположения свай огневым способом, электро- или паропрогревом и др.

Для предотвращения замерзания грунта места погружения свай можно заблаговременно утеплять опилками, листьями и другими подручными материалами.

Вечномерзлые грунты в ненарушенном состоянии обладают высокой несущей способностью. Поэтому основная задача при погружении свай - внести в эти грунты как можно меньше разрушений, а в местах, где эти разрушения все же произошли, сваи должны быть как можно быстрее "вморожены" в грунт.

В отличие от обычных условий, свайные работы в условиях вечной мерзлоты целесообразнее выполнять при мерзлом состоянии грунта, поскольку верхний слой грунтов при оттаивании затрудняет использование сваебойных и буровых установок, несмотря на подсыпку в местах расположения механизмов.

Существует два способа погружения свай в вечномерзлые грунты: в оттаянный грунт (рис.1, а) или в пробуренные скважины. В первом случае грунт в местах погружения свай на захватке можно оттаивать с помощью паровых игл в первой половине рабочей смены, а во

второй половине - производить погружение. Как показывает практика, через несколько часов сваи прочно "вмерзают" в грунт скважины. Свая оказывается заделанной в толщу вечномерзлого грунта и приобретает высокую несущую способность.

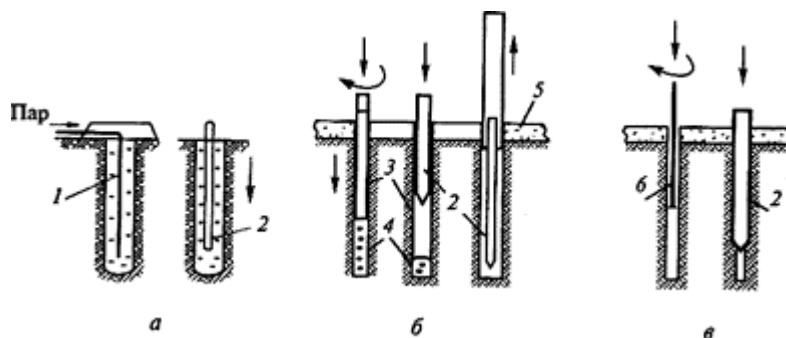


Рис.1. Схемы погружения свай в вечномерзлые грунты:
а- в оттаянный грунт; *б* -в скважину с обсадной трубой; *в*- забивка в лидирующую скважину;
 1 -паровая игла; 2 -свая; 3 -обсадная труба; 4 -песчано-глиняный раствор; 5- подсыпка; 6- лидер

Метод погружения свай в пробуренные скважины можно выполнять с применением обсадной трубы и без нее. В процессе выполнения работ с обсадной трубой (рис.1, *б*)осуществляют: бурение скважины, установку обсадной трубы и закачивание песчано-глиняного раствора в объеме, необходимом для заполнения зазоров между стенками скважины и свай после ее погружения; погружение свай с выжиманием раствора; подъем обсадной трубы. Работы без обсадной трубы (рис.1, *в*)предусматривают: бурение лидирующей скважины диаметром меньше на 1-2 см диаметра свай и забивку свай с отжиманием грунта к стенкам свай.

Применение лидирующих скважин позволяет повысить точность установки свай, обеспечивает погружение их на проектную глубину, предохраняет сваи от поломок при погружении.

Технология устройства набивных свай

Набивные сваи устраивают на месте их будущего положения путем заполнения скважины (полости) бетонной смесью или песком. В настоящее время применяют большое количество вариантов решения таких свай. Их основные преимущества:

- возможность изготовления любой длины;
- отсутствие значительных динамических воздействий при устройстве свай;

- применимость в стесненных условиях;
- применимость при усилении существующих фундаментов.

Набивные сваи изготавливают бетонными, железобетонными и грунтовыми, причем имеется возможность устройства свай с уширенной пятой. Способ устройства свай прост - в предварительно пробуренные скважины подается для заполнения бетонная смесь или грунты, в основном песчаные.

Применяют следующие разновидности набивных свай - сваи А.Э. Страуса, буронабивные, пневмонабивные, вибротрамбованные, частотрамбованные вибронабивные, песчаные и грунтобетонные. Длина свай достигает 20-30 м при диаметре 50-150 см. Сваи, изготавливаемые с применением установок фирм Като, Беното, Либхер могут иметь диаметр до 3,5 м, глубину до 60 м, несущую способность до 500 т.

Буронабивные сваи. Характерной особенностью устройства буронабивных свай является предварительное бурение скважин до заданной глубины.

Самыми первыми в нашей стране, на основе которых применяются существующие разновидности буронабивных свай, являются сваи А.Э. Страуса, которые были предложены в 1899 г. Изготовление свай включает следующие операции:

- пробуривание скважины;
- опускание в скважину обсадной трубы;
- извлечение из скважины осыпавшегося грунта;
- заполнение скважины бетоном отдельными порциями;
- трамбование бетона этими порциями;
- постепенное извлечение обсадной трубы.

В пробуренную до проектной отметки (5-12 м) скважину осторожно опускают трубу диаметром 25-40 см и далее загружают бетонной смесью. После заполнения скважины на глубину около 1 м бетонную смесь трамбуют и медленно поднимают вверх обсадную трубу до тех пор, пока высота смеси в трубе не уменьшится до 0,3-0,4 м. Снова загружается бетонная смесь и процесс повторяется. Учитывая, что диаметр скважины больше диаметра обсадной трубы и поверхность пробуренного грунта оказывается неровной, шероховатой, при наполнении бетонной смесью обсадной трубы, ее подъеме и уплотнении смеси, бетон заполнит весь свободный объем, включая и зазор между стенками скважины и обсадной трубой. Часть бетона и цементного молока проникнет в грунт, повысив его прочность.

Недостатки способа - невозможность контролировать плотность и монолитность бетона по всей высоте сваи, возможность размыва несхватившейся бетонной смеси грунтовыми водами.

Армирование свай производят только в верхней части, где на глубину 1,5-2,0 м в

свежеуложенный бетон устанавливают металлические стержни для их последующей связи с ростверком.

В зависимости от грунтовых условий буронабивные сваи устраивают одним из следующих способов - сухим способом (без крепления стенок скважин), с применением глинистого раствора (для предотвращения обрушения стенок скважины) и с креплением скважины обсадной трубой.

Сухой способ применим в устойчивых грунтах (просадочные и глинистые твердой полутвердой и тугопластичной консистенции), которые могут держать стенки скважины (рис.2). Скважина необходимого диаметра разбуривается методом вращательного бурения в грунте на заданную глубину. После приемки скважины в установленном порядке при необходимости в ней монтируют арматурный каркас и бетонируют методом вертикально перемещающейся трубы.

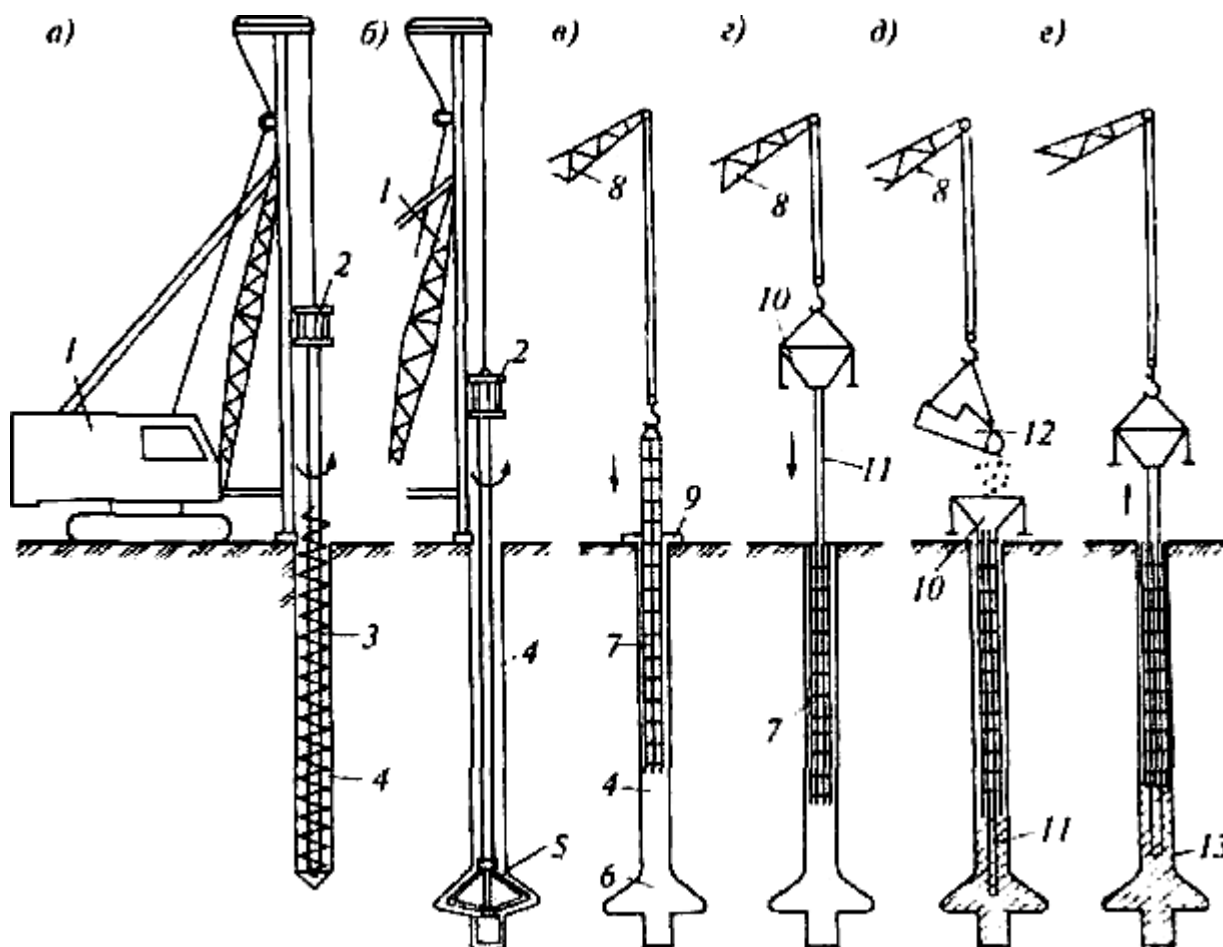


Рис.2. Технологическая схема устройства буронабивных свай сухим способом:
а- бурение скважины; б -разбуривание уширенной полости; в- установка арматурного каркаса; г - установка бетонолитной трубы с вибробункером; д -бетонирование скважины методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ); е- подъем бетонолитной трубы; 1- буровая

установка; 2 - привод; 3 - шнековый рабочий орган, 4- скважина; 5- расширитель, 6 - уширенная полость; 7- арматурный каркас; 8- стреловой кран; 9- кондуктор-патрубок; 10 -вибробункер; 11 -бетонолитная труба; 12- бадья с бетонной смесью; 13- уширенная пята сваи

Используемые в строительстве бетонолитные трубы, как правило, состоят из отдельных секций и имеют стыки, позволяющие быстро и надежно соединить трубы. Секции бетонолитных труб длиной 2,4-6 м в стыках скрепляют болтами или замковыми соединениями, у первой секции крепится приемный бункер, через который бетонная смесь подается в трубу. В скважину опускается бетонолитная труба до самого низа, в приемную воронку подается бетонная смесь из автобетоносмесителя или с помощью специального загрузочного бункера, на этой же воронке закреплены вибраторы, которые уплотняют укладываемую бетонную смесь. По мере укладки смеси бетонолитная труба извлекается из скважины. По окончании бетонирования скважины голову сваи формируют в специальном инвентарном кондукторе, в зимнее время дополнительно надежно защищают. Сухим способом по рассмотренной технологии изготавливают буронабивные сваи диаметром от 400 до 1200 мм, длина свай достигает 30 м.

Применение глинистого раствора. Устройство буронабивных свай в слабых водонасыщенных грунтах требует повышенных трудозатрат, что обусловлено необходимостью крепления стенок скважины для предохранения их от обрушения (рис.3). В таких неустойчивых грунтах для предотвращения обрушения стенок скважин применяют насыщенный глинистый раствор *бентонитовых глин* плотностью $1,15-1,3 \text{ г/см}^3$, который оказывает гидростатическое давление на стенки, хорошо временно скрепляет отдельные грунты, особенно обводненные и неустойчивые, при этом хорошо удерживает стенки скважин от обрушения. Этому же способствует образование на стенках скважины глинистой корки вследствие проникновения раствора в грунт.

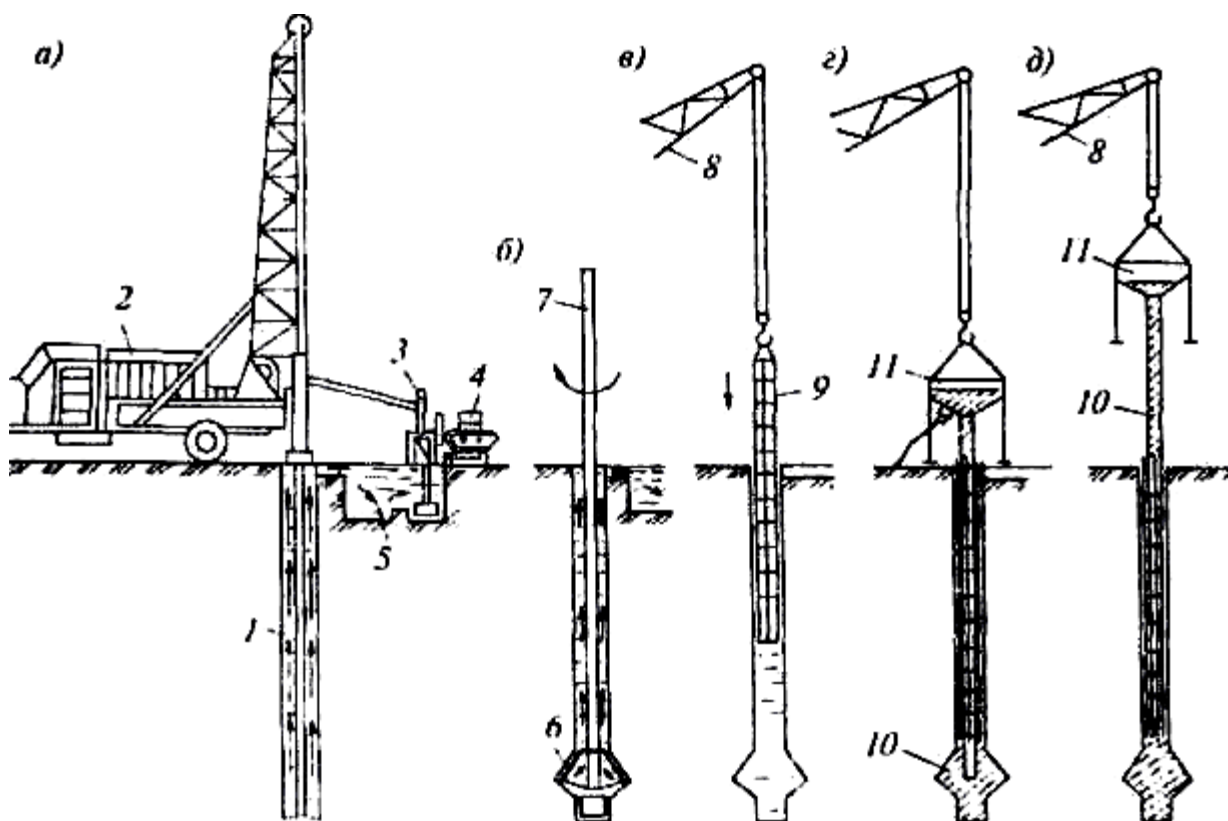


Рис.3. Технологическая схема устройства буронабивных свай под глинистым раствором:
а - бурение скважины; б- устройство расширенной полости; в -установка арматурного каркаса; г- установка вибробункера с бетонолитной трубой; д- бетонирование скважины методом ВПТ; 1 - скважина, 2- буровая установка; 3- насос; 4 -глиносмеситель; 5 - приемок для глинистого раствора; 6 -расширитель; 7 -штанга; 8- стреловой кран; 9 -арматурный каркас; 10 -бетонолитная труба; 11- вибробункер

Скважины бурят вращательным способом. Глинистый раствор готовят на месте выполнения работ и по мере бурения подают в скважину по пустотелой буровой штанге под давлением. По мере бурения находящийся под гидростатическим давлением раствор от места забуривания, встречая сопротивление грунта, начинает подниматься вверх вдоль стенок скважины, вынося разрушенные бурами грунты, и выходя на поверхность, попадает в отстойник-зумпф, откуда снова насосом подается в скважину для дальнейшей циркуляции.

Глинистый раствор, находящийся в скважине под давлением, цементирует грунт стенок, тем самым, препятствуя проникновению воды, что позволяет исключить применение обсадных труб. После завершения проходки скважины в нее при необходимости устанавливается арматурный каркас, бетонная смесь из вибробункера по бетонолитной трубе попадает на дно скважины, поднимаясь вверх, бетонная смесь вытесняет глинистый раствор. По мере заполнения скважины бетонной смесью производят подъем бетоновода.

В настоящее время проходит успешное испытание специальный полимерный концентрат на основе полиакриламида, который в процессе гидратации образует коллоидный буровой раствор, создающий защитную пленку на стенках скважины, что в сочетании с избыточным

гидростатическим давлением предотвращает их осыпание. Бурение в сложных геологических условиях без применения обсадных труб показало целостность буронабивной сваи по всей глубине после закачивания в нее бетона и отсутствие каких-либо наплывов или впадин бетона на боковой поверхности сваи. Использование коллоидного раствора позволяет существенно увеличить производительность буровых работ, снизить их себестоимость и трудоемкость, резко сократить потребность в обсадных трубах без снижения качества работ.

Крепление скважин обсадными трубами. Устройство свай этим методом возможно в любых гидрогеологических условиях; обсадные трубы могут быть оставлены в скважине или извлечены из нее в процессе изготовления сваи (рис.4). Обсадные трубы соединяют между собой при помощи замков специальной конструкции (если это инвентарные трубы) или на сварке. Пробурируют скважины вращательным или ударным способом. Погружение обсадных труб в грунт в процессе бурения скважины осуществляют гидродомкратами.

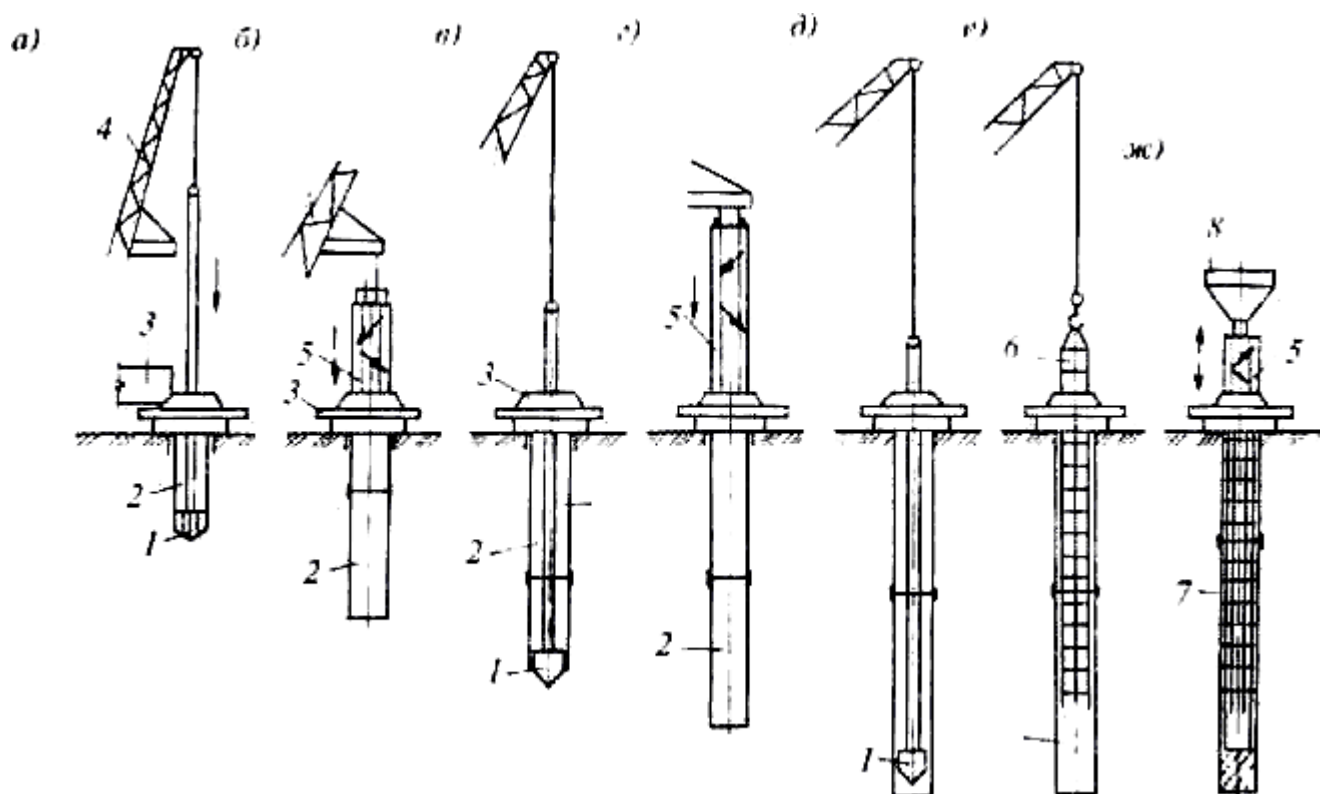


Рис.4. Технологическая схема устройства буронабивных свай с применением обсадных труб:

а- установка кондуктора и забуривание скважины; б- погружение обсадной трубы; в -проходка скважины; г -наращивание следующего звена обсадной трубы; д -зачистка забоя скважины; е -установка арматурного каркаса; ж- заполнение скважины бетонной смесью и извлечение обсадной трубы; 1 - рабочий орган для бурения скважины; 2- скважина; 3- кондуктор; 4 -буровая установка; 5 - обсадная труба; 6- арматурный каркас; 7 - бетонолитная труба; 8- вибробункер

После зачистки забоя и установки арматурного каркаса скважину бетонируют методом вертикально перемещаемой трубы. По мере заполнения скважины бетонной смесью могут производить извлечение и инвентарной обсадной трубы. Специальная система домкратов, смонтированных на установке, сообщает трубе возвратно-поступательное движение, за счет чего бетонная смесь дополнительно уплотняется. По завершении бетонирования скважины осуществляют формирование головы свай. Находят применение установки по изготовлению набивных свай с использованием обсадных труб с извлечением грунта из трубы виброгрейфером (рис.5).

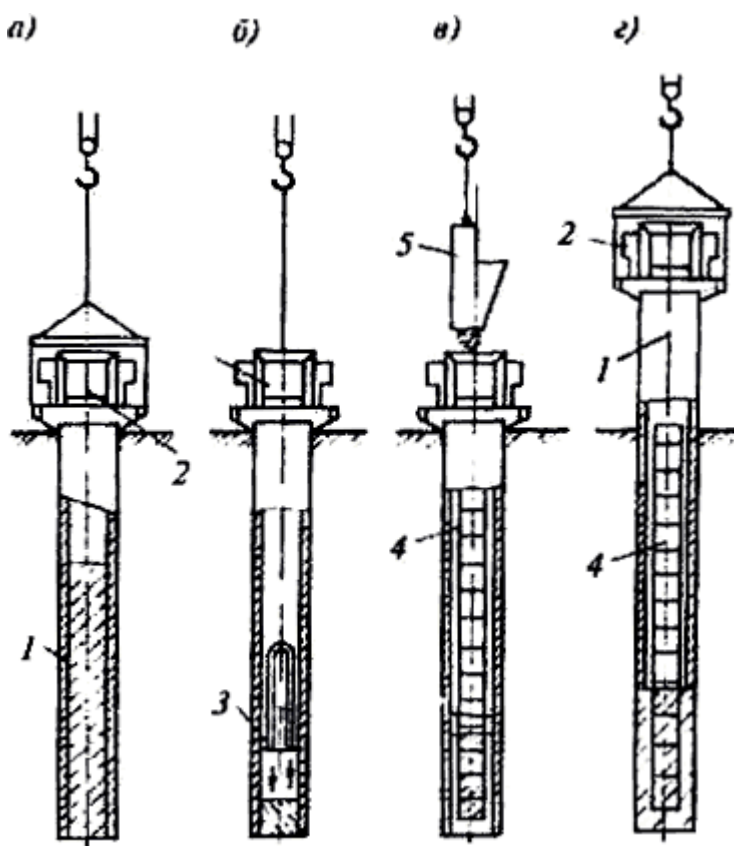


Рис.5. Технологическая схема изготовления набивных свай с выемкой грунта под защитой обсадных труб:

а- погружение обсадной трубы виброустановкой; б -извлечение грунта из обсадной трубы виброгрейфером; в - бетонирование свай; г- извлечение обсадной трубы виброустановкой; 1 - обсадная труба; 2- виброустановка; 3- виброгрейфер; 4- арматурный каркас; 5 - бадья с бетонной смесью

Буронабивные сваи с уширенной пятой. Диаметр таких свай 0,6-2,0 м, длина 14-50 м. Существуют три способа устройства уширений свай. Первый способ - *распирание*

грунта усиленным *трамбованием* бетонной смеси в нижней части скважины, когда невозможно оценить качество работ, форму (какой стала пята уширения), насколько бетон перемешался с грунтом и какова его несущая способность.

При втором способе скважину пробуривают станком, имеющим на буровой колонке специальное устройство в виде *раскрывающегося ножа*. Для образования уширения скважины диаметром до 3 м (рис.6). Нож раскрывается гидравлическим механизмом, управляемым с поверхности земли. При вращении штанги ножи срезают грунт, который попадает в бадью, расположенную над расширителем. За несколько операций срезания ножами грунта и извлечения его на поверхность в грунте образуется уширенная полость. В скважину подают глинистый раствор из бентонитовых глин, который непрерывно циркулирует и обеспечивает устойчивость стенок скважины. При устройстве уширений разбуривание полости осуществляют одновременно с подачей в скважину свежего глинистого раствора до полной замены раствора, загрязненного грунтом. После завершения бурения скважины на проектную глубину буровую колонку с уширителем извлекают, в скважину устанавливают арматурный каркас. Бетонирование ведут методом вертикально перемещающейся трубы, когда одновременно в трубу подают бетонную смесь и поднимают ее. Бетонная смесь, соприкасаясь с вязким глинистым раствором, не снижает своей прочности, цементное вяжущее из смеси не вымывается. Бетонная смесь выжимает глинистый раствор вверх по трубе и через зазор между трубой и скважиной. Нижний конец бетонолитной трубы должен быть постоянно заглублен в бетонную смесь на глубину порядка 2 м; бетонирование осуществляют непрерывно, чтобы не возникали прослойки глинистого раствора в бетоне.

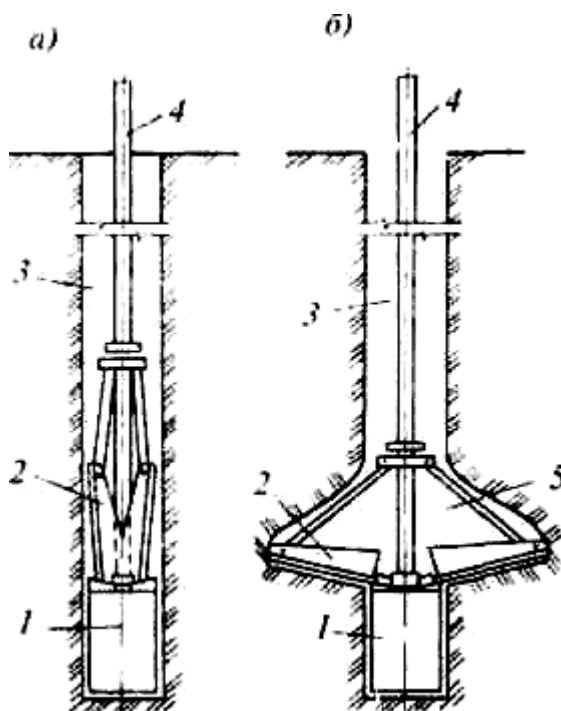


Рис.6. Разбуривание полости в грунте уширителем:

а- положение уширителя во время разбуривания скважины; *б*- то же, в процессе разбуривания

полости; 1 - грунтоборник; 2- режущие ножи; 3- скважина; 4- штанга; 5- уширенная полость

Взрывной способ устройства уширений (рис.7). В пробуренную скважину устанавливают обсадную трубу. На дно скважины опускают заряд взрывчатого вещества расчетной массы и выводят провода от детонатора к взрывной машинке, находящейся на поверхности. Скважину заполняют бетонной смесью на 1,5-2,0 м, поднимают на 0,5 м обсадную трубу и производят взрыв. Энергия взрыва уплотняет грунт и создает сферическую полость, которая заполняется бетонной смесью из обсадной трубы. После этого порциями и с необходимым уплотнением заполняют обсадную трубу бетонной смесью доверху.

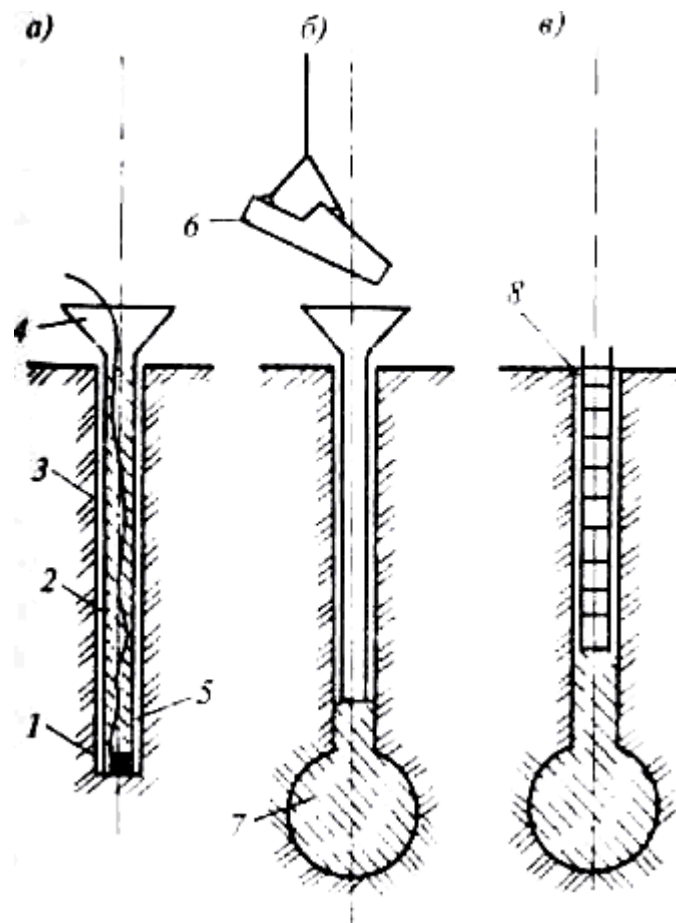


Рис.7. Технологическая схема устройства свай с камуфлетным уширением:
а- опускание заряда ВВ и заполнение скважины бетонной смесью; б- подъем бетонолитной трубы и образование уширенной пяты взрывом; в - готовая набивная свая с камуфлетным уширением; 1- заряд ВВ; 2- провод к подрывной машинке; 3- обсадная труба; 4- приемная воронка; 5 - бетонная смесь; 6- бадья с бетонной смесью; 7- уширенная пята; 8- арматурный каркас

Буро набивная свая с башмаком. Особенность метода в том, что в пробуренную скважину опускают обсадную трубу, имеющую на конце свободно опертый чугунный башмак, оставляемый в грунте после погружения обсадной трубы на требуемую глубину. Порционно загружая бетонную смесь, регулярно ее уплотняя и постепенно извлекая трубу из скважины, получают готовую набивную бетонную сваю.

Трубобетонные сваи. Принципиальное отличие метода в том, что обсадная труба длиной до 40-50 м имеет в нижней части жестко закрепленный башмак. После достижения дна скважины труба остается там, не извлекается, а заполняется бетонной смесью.

Подводное бетонирование применяют для предохранения бетонной смеси от размыва при высоком уровне малоподвижных грунтовых вод. Бетонную смесь подают в обсадную трубу не по лотку, а под давлением по трубопроводу, погруженному до самого низа скважины. Благодаря давлению смесь выдавливается из трубы, заполняет снизу пространство скважины и начинает подниматься вверх, оттесняя наверх и находящуюся в скважине воду. В процессе заполнения бетонной смесью скважины необходимо следить, чтобы бетонолитная труба поднималась с одной скоростью с обсадной трубой, низ трубы постоянно был ниже верха уложенной бетонной смеси на 30-40 см. После полного заполнения скважины верхний слой бетонной смеси толщиной 10-20 см, находившийся в контакте с водой, срезают.

В обводненных грунтах может быть использовано напорное бетонирование набивных свай, которое заключается в непрерывном нагнетании бетонной смеси на всю высоту скважины под воздействием гидростатического давления, создаваемого бетононасосами. Напорное бетонирование исключает смешивание бетонной смеси с водой, глинистым раствором или шлаком (материалами разбуривания). Скорость нагнетания устанавливается исходя из условий непрерывности процесса бетонирования свай и беспрепятственного извлечения обсадной трубы после заполнения скважины бетоном до начала схватывания. Подвижность нагнетаемых бетонных смесей должна быть в пределах 18-24 см.

Пневмотрамбованные сваи. Сваи применяют при устройстве фундаментов в насыщенных водой грунтах с большим коэффициентом фильтрации. В этом случае бетонную смесь укладывают в полость обсадной трубы при постоянном повышенном давлении воздуха (0,25-0,3 МПа), который подается от компрессора через ресивер, служащий для сглаживания колебаний давления. Бетонную смесь подают небольшими порциями через специальное устройство - шлюзовую камеру, действующую по принципу пневмонагнетательных установок, применяемых для транспортирования бетонной смеси. Шлюзовая камера закрывается специальными клапанами. Подача бетонной смеси в камеру осуществляется при закрытом нижнем клапане и открытом верхнем; при заполнении камеры смесью верхний клапан закрывается, нижний, наоборот, открывается, смесь выжимается в скважину.

Набивные сваи любого типа следует бетонировать без перерывов. При расположении свай одна от другой менее чем на 1,5 м их выполняют через одну, чтобы не повредить только что забетонированные.

Пропущенные скважины бетонируют при второй проходке бетонолитной установки, после набора ранее забетонированными сваями достаточной прочности и несущей способности. Такая последовательность работ предусматривает предохранение, как готовых скважин, так и свежесбетонированных свай от повреждения.

Буронабивные сваи обладают рядом недостатков, которые сдерживают их более широкое применение. К таким недостаткам можно отнести небольшую удельную несущую способность, высокую трудоемкость буровых работ, необходимость крепления скважин в неустойчивых грунтах, сложность бетонирования свай в водонасыщенных грунтах и трудность контроля качества выполненных работ.

Устройство свай в продавленных скважинах достаточно эффективно в сухих грунтах. При устройстве таких свай в грунте создается уплотненная зона, повышается прочность грунта и снижается его деформативность. Устройство набивных свай в уплотненных скважинах производят методами продавливания без извлечения грунта на поверхность.

Данная технология работ базируется на образовании скважины путем многократного сбрасывания с высоты чугунного конуса, в результате чего пробивается скважина. Затем скважину порционно заполняют бетонной смесью, щебнем или песком и уплотняют до образования уширенной части в основании сваи. В верхней части при укладке бетонной смеси ее уплотняют вибрированием. Разработано много модификаций этого метода. Образование скважин и полостей в грунте без его выемки осуществляют: пробивкой сердечниками и обсадными трубами с помощью молотов, продавливанием вибропогружателями и вибромолотами, пробивкой снарядами и трамбовкой, пробивкой пневмопробойниками, расширением гидравлическими уплотнителями, продавливанием с помощью винтовых устройств.

Нашел применение *метод выштамповывания* с использованием станка ударно-канатного бурения (рис.8). Сначала на глубину до 1/2 длины будущей сваи пробуривают скважину-лидер, затем скважину пробивают ударным снарядом на требуемую глубину. Загружают в нижнюю часть скважины жесткую бетонную смесь столбом 1,5-2 м и ударами трамбовки устраивают в основании сваи уширенную пятую. В устье скважины устанавливают обсадную трубу, монтируют арматурный каркас и осуществляют бетонирование верхней части свай.

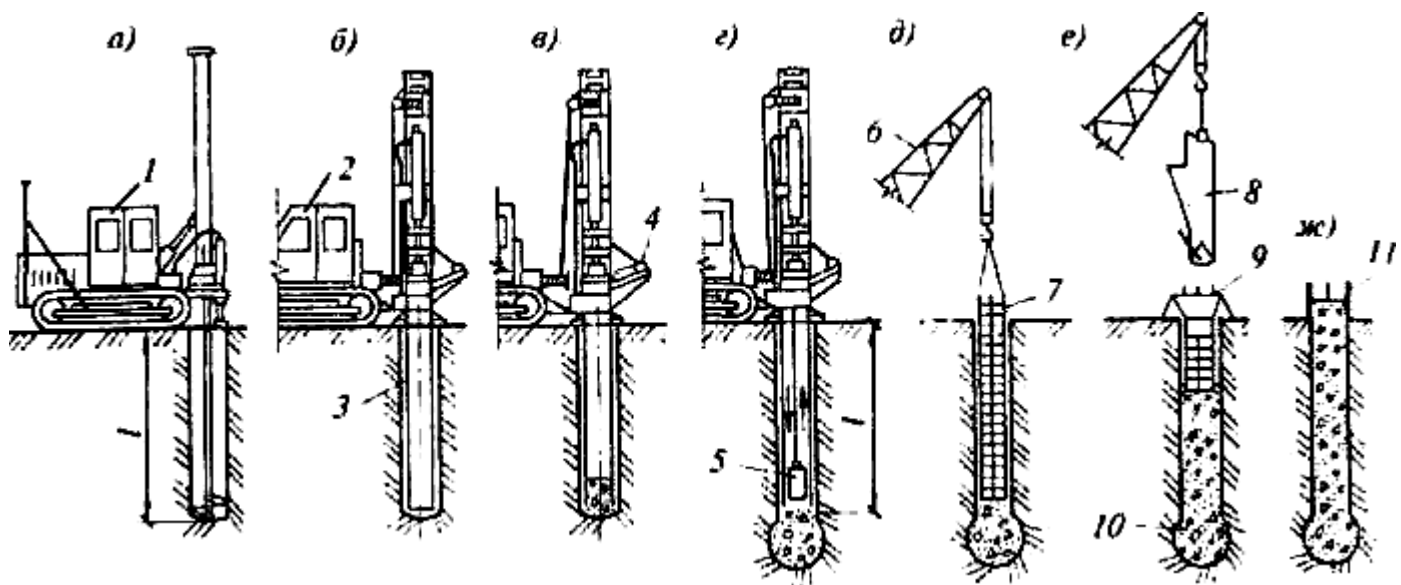


Рис.8. Технологическая схема устройства буронабивных свай с выштампованной пятой: а- бурение скважины; б - установка в скважину обсадной трубы; в - засыпка в скважину жесткой бетонной смеси; г - втрамбовывание бетонной смеси в основание; д- извлечение обсадной трубы и установка арматурного каркаса; е- бетонирование ствола сваи с уплотнением глубинным вибратором; ж- устройство опалубки оголовка сваи; 1 - буровая машина; 2 -рабочий механизм с навесным оборудованием для устройства уширенной пяты; 3- обсадная труба, 4- лоток для загрузки жесткой бетонной смеси; 5 -трамбовка; 6 - стреловой кран; 7 - арматурный каркас; 8-бадья с бетонной смесью; 9- воронка; 10- выштампованная уширенная пята; 11 - опалубка оголовка

Метод виброформирования свай характерен наличием виброформователя. Его полый наконечник имеет лопасти в нижней части и соединяется через жесткую штангу с вибропогружателем. Под действием последнего наконечник погружается в грунт и образует скважину, которая по мере погружения наконечника заполняется бетонной смесью из бункера, установленного над устьем скважины. После пробуривания скважины наконечник немного приподнимают, при этом его лопасти раскрываются, сквозь полость наконечника бетонная смесь попадает на дно скважины. Вместо самораскрывающихся створок может быть использован теряемый чугунный башмак.

Вытрамбованные сваи используют в сухих связанных грунтах. В пробуренную скважину с помощью вибропогружателя, закрепленного на экскаваторе, погружают до проектной отметки стальную обсадную трубу, имеющую на конце съемный железобетонный башмак. Полость трубы заполняют на 0,8-1,0 м бетонной смесью, уплотняют ее с помощью специальной трамбующей штанги, подвешенной к вибропогружателю (рис.9). В результате башмак вместе с бетонной смесью вдавливаются в грунт, при этом образуется уширенная пята. Обсадная труба заполняется бетонной смесью порциями с постоянным уплотнением. По мере заполнения скважины бетонной смесью осуществляется подъем обсадной трубы экскаватором при работающем вибропогружателе, который значительно снижает адгезию трубы с бетоном в процессе ее извлечения.

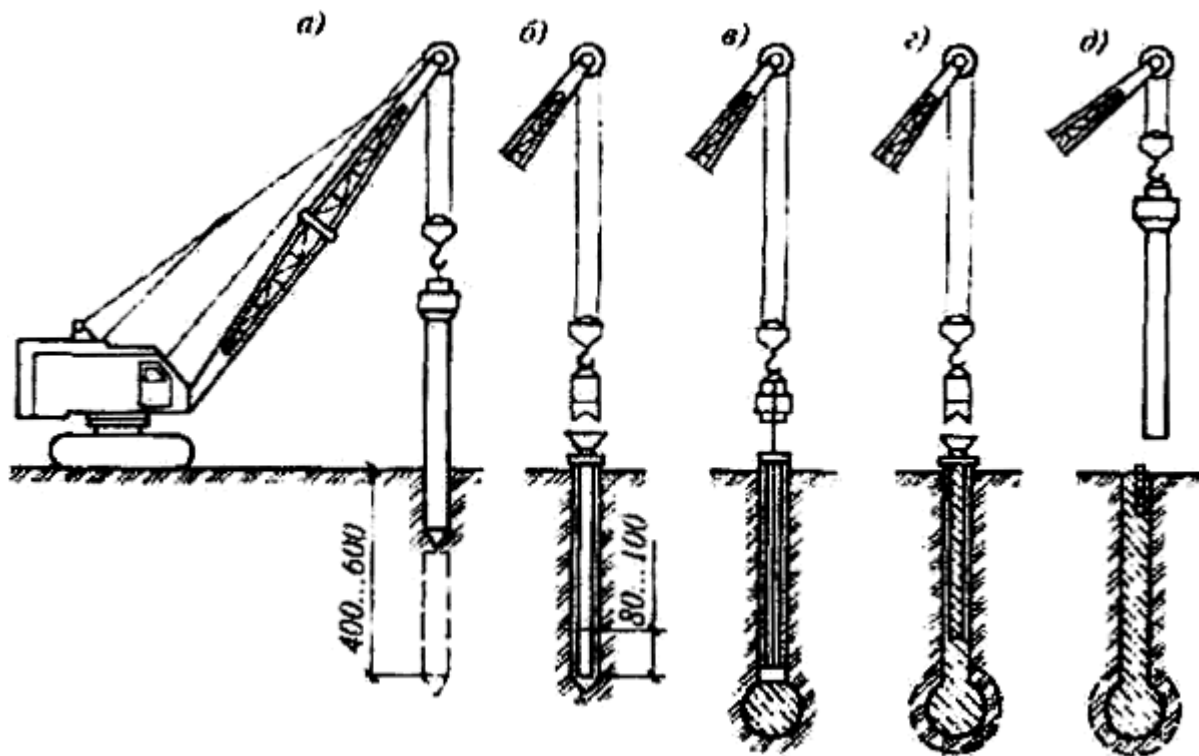


Рис.9. Технологическая схема устройства вытрамбованных свай:
 а- образование скважины; б -укладка первой порции бетонной смеси; в -уплотнение бетонной смеси трамбующей штангой, жестко соединенной с вибропогружателем; г- укладка и уплотнение последующих слоев бетонной смеси; д -извлечение обсадной трубы и установка арматурного каркаса в голове сваи

Частотрамбованные сваи устраивают путем забивки обсадной трубы в пробуренную скважину вместе с надетым на конце чугунным башмаком, который остается в грунте (рис.10). Загружение бетонной смеси в обсадную трубу осуществляют порциями за 2...3 приема. Сечение сваи формируется и обсадная труба извлекается из скважины с помощью молота двойного действия, передающего усилия через обсадную трубу.

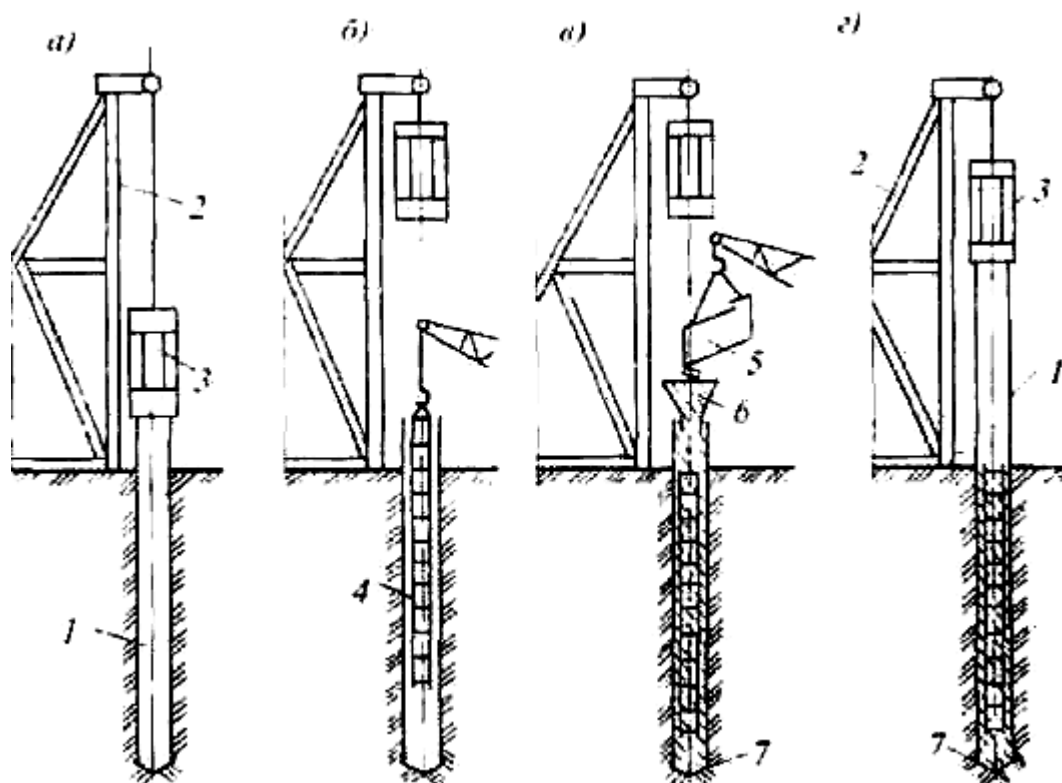


Рис.10. Технологическая схема устройства частотрамбованных свай:
а- погружение обсадной трубы; *б* - установка арматурного каркаса; *в*- подача бетонной смеси в полость трубы; *г* -извлечение обсадной трубы с одновременным уплотнением бетонной смеси; 1 - обсадная труба; 2- копер; 3- молот двойного действия; 4- арматурный каркас; 5 - бадья с бетонной смесью; 6- приемная воронка; 7- чугунный башмак

Обсадную трубу с чугунным башмаком под действием ударов молота погружают в грунт до проектной отметки. Погружаясь, труба раздвигает частицы грунта и уплотняет его. Когда труба достигает нижней точки в ее полость опускают арматурный каркас (при необходимости), далее через воронку из вибробадьи подают в полость обсадной трубы жесткую бетонную смесь с осадкой конуса 8-10 см.

После заполнения обсадной трубы на высоту 1 м ее начинают поднимать, при этом башмак соскальзывает под действием давящей на него бетонной смеси, которая начинает заполнять скважину. Молот двойного действия, соединенный с обсадной трубой при этом производит частые парные удары, направленные попеременно вверх и вниз. От ударов, направленных вверх за 1 мин труба извлекается из грунта на 4-5 см, а от ударов, направленных вниз, труба осаживается на 2-3 см. Трамбование бетонной смеси, поступающей в скважину под действием собственной массы, осуществляется за счет ударов нижней кромки обсадной трубы и трения бетона о стенки трубы в результате вибрационного воздействия молота, в связи с чем вся бетонная смесь постоянно находится в процессе вибрации и в итоге оказывается хорошо уплотненной. В результате уплотняется грунт в нижней части скважины, часть бетонной смеси впрессовывается в стенки скважины, повышая их прочность.

Такое трамбование бетона в обсадной трубе продолжают до полного извлечения трубы из грунта. При необходимости на извлекаемую обсадную трубу закрепляют наружные вибраторы, которые позволяют более качественно уплотнить верхние слои бетонной смеси. Частотрамбованные сваи можно изготавливать армированными. Армирование осуществляется по расчету, но в большинстве случаев арматурный каркас применяют только в верхней части сваи для соединения с армированием монолитного ростверка. Если армирование предусмотрено на всю высоту сваи, то арматурный каркас опускают в обсадную трубу до начала бетонирования.

Песчаные набивные сваи -наиболее дешевый способ уплотнения слабых грунтов. Стальная обсадная труба с башмаком погружается в грунт с помощью вибропогружателя (рис.11). Достигнув проектной отметки, она частично заполняется песком, при подъеме обсадной трубы за счет массы песка она отделяется от башмака, и с помощью вибропогружателя извлекается на поверхность, при этом грунт от вибросотрясаний уплотняется. Дополнительное и эффективное уплотнение может быть достигнуто проливом скважины водой. Применяют трубы диаметром 32-50 см; при извлечении в трубе всегда должен находиться слой песка высотой 1,0-1,25 м. Способ применим для скважин глубиной до 7 м.

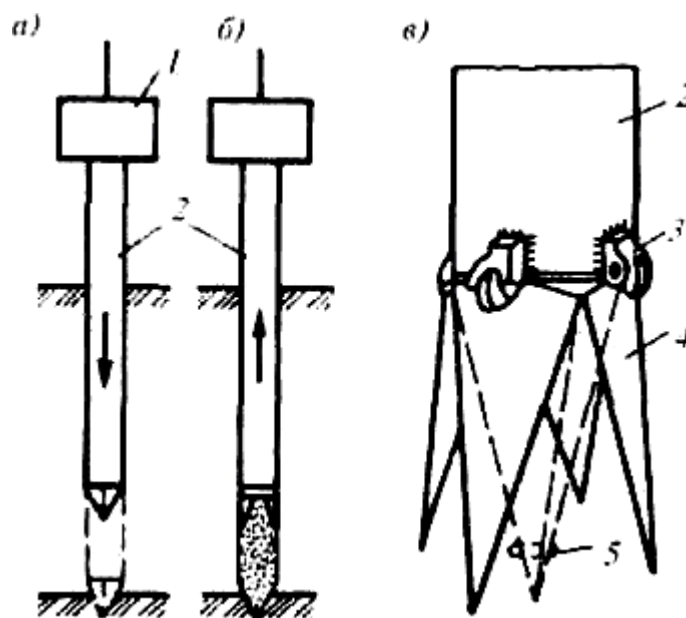


Рис.11. Схема устройства песчаных (грунтовых) набивных свай:

а- погружение обсадной трубы; б -извлечение трубы; в -раскрывающийся наконечник; 1 - вибропогружатель; 2- обсадная труба; 3- шарнир; 4- створка наконечника; 5- кольцо

Грунтобетонные сваи. Нашли применение грунтобетонные сваи, которые устраивают с помощью бурильных установок с пустотелой буровой штангой, имеющей на конце

смесительный бур со специальными режущими и одновременно перемешивающими смесь лопастями. После пробуривания скважины в слабых песчаных грунтах до нужной отметки в пустотелую штангу под давлением из растворо-смесительной установки подают водоцементную суспензию (раствор). Буровая штанга медленно при обратном вращении начинает подниматься вверх, грунт насыщается цементным раствором и дополнительно уплотняется буром. В результате получается цементно-песчаная свая, изготовленная на месте без выемки грунта.

Бурозавинчивающиеся сваи. Нередко котлованы под заглубленные сооружения приходится устраивать вблизи существующих зданий. Забивка свай и шпунта может привести к их деформациям из-за возникающих динамических воздействий. При устройстве буронабивных свай, где погружение обсадной трубы происходит с опережающей выборкой грунта из полости трубы, возможна Утечка грунтового массива из-под рядом стоящих фундаментов, что также может привести к деформациям существующих строений. Использование методов "стена в грунте" или применение глинистого раствора для погружения труб приводит к удорожанию проекта.

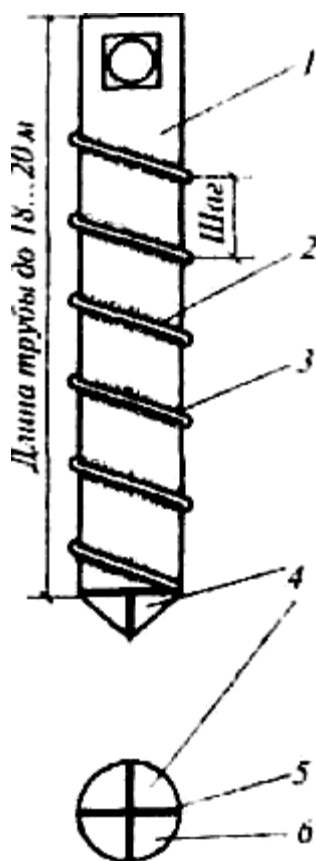


Рис.12. Схема бурозавинчивающейся сваи:

- 1 - металлическая труба; 2 -сварка навивки с трубой; 3- навивка из арматуры диаметром 10 .16 мм с шагом 200-400 мм; 4 -крестообразный глухой или теряемый наконечник; 5- крестовина, 6- диск из металла

При этих методах происходит нарушение естественной подземной среды и ее равновесия, которое может привести к нежелательным результатам или к серьезному удорожанию строительства. В случаях плотной застройки целесообразно применять метод бурозавинчивающихся свай. Сущность метода в том, что металлическая труба не забивается в грунт, а завинчивается (рис.12). На трубу в заводских условиях навивается узкий шнек из арматуры диаметром 10-16 мм с шагом 200-500 мм. В зависимости от грунтовых условий труба может быть оснащена заглушкой с рыхлителями, глухими или теряемыми, позволяющими при необходимости не допустить воду в тело трубы. При завинчивании трубы окружающий грунт частично уплотняется, около 15-25% его выдавливается наружу.

Если труба в нижней части глухая, то после завинчивания до проектной отметки в нее вставляется арматурный каркас и она заполняется бетонной смесью. Для труб с теряемым наконечником в нее вставляется арматурный каркас, труба заполняется бетоном, в процессе схватывания бетона труба вывинчивается, в грунте остается башмак, на который опирается железобетонная буронабивная свая. При особо плотных грунтах возможно предварительное пробуривание скважины на несколько меньшую глубину (до 1 м) и диаметр скважины должен быть меньше диаметра трубы. Диаметр завинчиваемых труб 300-500 мм, длина от 4 до 20 м. Важно, что технология позволяет выполнять работы вблизи существующих зданий при высоте в 5 этажей на расстоянии около 40 см, при большей высоте - около 70 см.

В последние годы получили широкое распространение фундаменты в виде мощных опор глубокого заложения с большой несущей способностью, сооружаемых с помощью специальных станков (рис.13). Разработка грунта осуществляется с помощью грейферного ковша внутри опускаемой обсадной трубы. Во время разработки грунта нижний конец трубы должен быть ниже забоя скважины. Зачистка забоя производится грейферным ковшом. После установки в скважину арматурного каркаса осуществляется бетонирование методом вертикально перемещаемой трубы; заглубление бетонолитной трубы в бетонную смесь должно быть не менее 1 м.

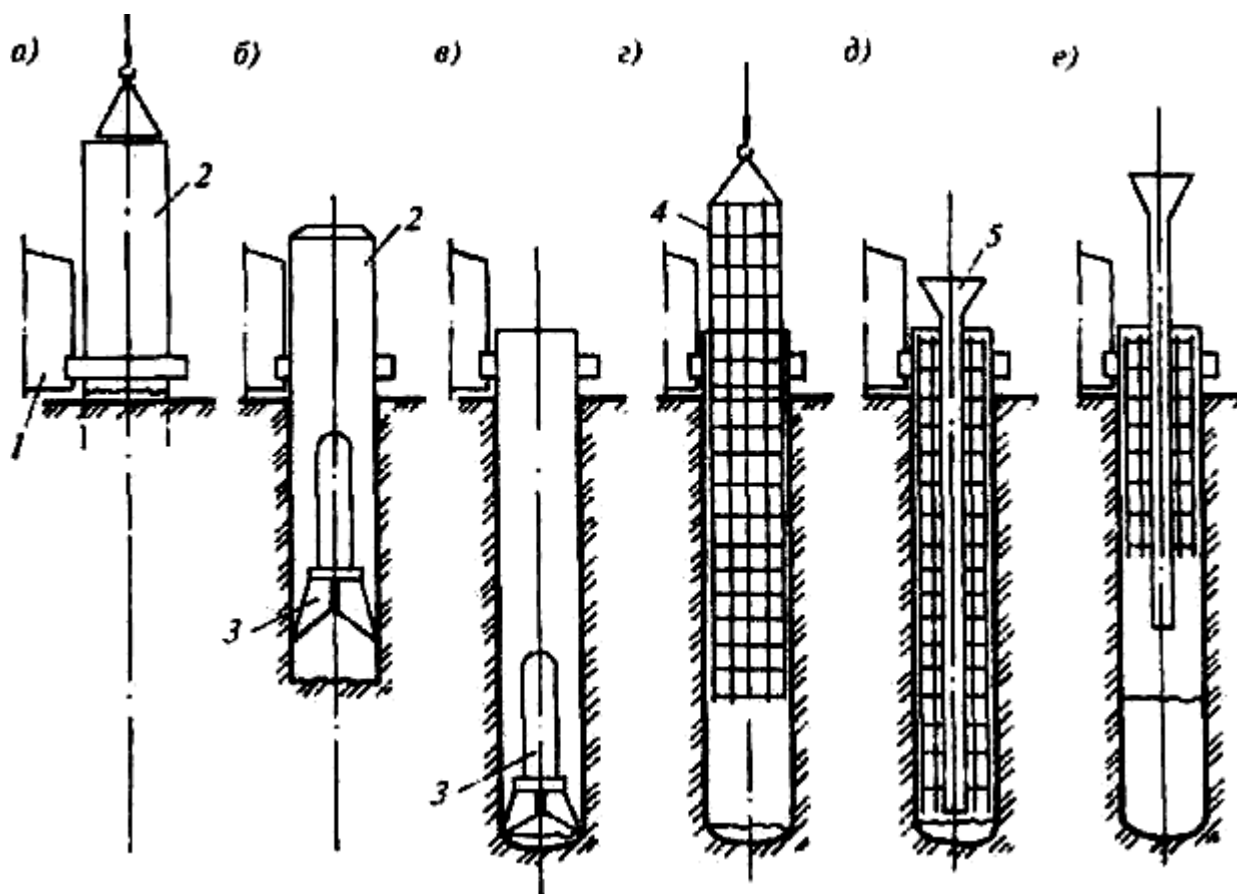


Рис.13. Технологическая схема устройства буронабивных свай диаметром 2-3,5 м:
 а -установка бурового станка; б- проходка скважины; в- зачистка забоя; г- установка
 арматурного каркаса, д- установка бетонолитной трубы; е- бетонирование свай; 1 - буровая
 установка; 2- обсадная труба; 3 -грейферный ковш; 4 -арматурный каркас; 5- бетонолитная
 труба

Особенности производства работ при погружении свай в вечномёрзлые грунты

При буроопускном способе погружения свай в вечномёрзлые грунты сваи погружаются в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых должен превышать (на 5 см и более) наибольший размер поперечного сечения свай, с заполнением скважины грунтовым раствором.

При средней температуре грунтов выше $-0,5^{\circ}\text{C}$ погружение буроопускных свай следует осуществлять при искусственном охлаждении грунтов.

Для круглых свай диаметром от 60 см и выше диаметр скважины должен быть на 10 см больше диаметра свай.

Недобур скважины по сравнению с проектной глубиной допускается не более 5 см при

монолитном и 3 см при сборном ростверке.

Для заполнения пазух между стенками скважины и свайей следует применять песчано-глинистые, песчано-известковые, песчано-зольные и другие грунтовые растворы (см.табл.1.1), а также спецрастворы (например, песчано-цементный), заливаемые в скважину перед погружением свай. Заполнение пазух песчаным раствором должно выполняться после погружения свай с обязательным вибрированием. Состав раствора, его температура и качество подбираются и контролируются строительной лабораторией.

Температура раствора, заливаемого в скважину в теплое время года, может соответствовать температуре наружного воздуха, но должна быть не ниже 5 °С. При отрицательных температурах наружного воздуха температура грунтового раствора при его укладке должна быть не менее 20-40 °С при осадке конуса 12-14 см (при подготовке раствора на строительной площадке осадка конуса допускается от 10 до 16 см).

Растворы для заполнения пазух, как правило, следует заливать перед погружением свай. В тех случаях, когда в скважине имеется вода, которую трудно удалить, грунтовый раствор подается по бетонолитной трубе. Объем раствора назначают из расчета полного заполнения пазух между свайей и стенками скважин. Контролем качества заполнения пазух является отжатие раствора на поверхность при погружении свай.

Сваи следует погружать в скважины непосредственно после заливки раствора.

При длине свай более 12 м допускается заливка в скважину перед установкой свай части раствора из расчета заполнения пазух на глубину 10 м от дна скважины. Остальную часть раствора следует доливать в пазухи после ее установки.

Таблица 1.1

Наименование раствора	Состав на 1 м ³ раствора	Рекомендуемые условия применения
Песчано-известковый (основной)	1. Песок воздушно-сухой средней крупности 820 л, известковое тесто объемным весом 1,4 г/см ³ - 300 л, вода - 220-320 л. 2. Песок воздушно-сухой - 1750 кг, известковое молоко - 180 л, вода добавляется до получения требуемой осадки	Во всех случаях, кроме высокотемпературных вечномерзлых грунтов

	конуса	
Песчано-глинистый	<p>1. Глина молотая высушенная - 300 л, песок - 900 л, вода - 410 л.</p> <p>2. Мелкий песок и глина в соотношении 5:1 - 10:1 при консистенции, соответствующей осадке конуса 10-16 см и влажности 0,35-0,5.</p> <p>3. Раствор, приготовляемый на месте с использованием бурового шлама</p>	При высокотемпературных вечномерзлых грунтах основания (Для предотвращения отстоя воды в скважинах применяют бентонитовую глину 1-2% или сухой цемент) Разрешается только в теплое время года. Рекомендации по составу раствора и разрешению на его применение даются строительной лабораторией на основании определения состава грунтов площадки
Песчано-цементный (марка раствора 100 и выше)	<p>Портландцемент М 300 - 450 кг, вода - 410 л, песок воздушно-сухой - 830 л.</p> <p>При устройстве висячих свай в вечномерзлых грунтах, используемых по принципу I, применение химических добавок, понижающих температуру замерзания, недопустимо.</p>	<p>При наличии погруженных на большую глубину неизвлекаемых обсадных труб при высокотемпературных вечномерзлых грунтах основания; при наличии грунтовых вод, талых прослоек.</p> <p>При наличии расчетного стыка в зоне действия изгибающего момента</p>

Сваи перед погружением следует очищать от намерзших к ее поверхности комьев грунта, льда и снега, жировых пятен.

В отдельных случаях, при достаточной ширине пазух, допускается устанавливать сваи на проектную отметку в сухую скважину с заполнением пазух раствором закачиванием его раствором насосом по шлангам.

Летом промежутки времени между подготовкой скважины и установкой свай не должны превышать 4 ч. В зимнее время допускается заблаговременная проходка скважин при условии осуществления мероприятий по предохранению от попадания в скважины снега или воды, образования инея и наледей на стенках скважины и принятия, необходимых мер по технике безопасности.

Летом и осенью устье скважин при необходимости обсаживают на глубину, равную толщине оттаявшего слоя грунта.

Во всех случаях недопустимо замерзание попавшей в скважину воды перед установкой

сваи. Образовавшийся в скважине лед должен быть удален перед установкой свай.

В случае использования вечномерзлых грунтов в оттаивающей и в оттаявшем состоянии (принцип II) при погружении буроопускным способом свай-стоек, передающих нагрузку нижним концом на практически несжимаемые при оттаивании грунты, диаметр скважин должен превышать наибольший размер поперечного сечения свай не менее чем на 15 см. При этом минимальное заглубление дна скважины под свай-стойки в практически несжимаемые при оттаивании грунты определяется проектом, но должно быть не менее 0,5 м. Зазор между стенкой скважины и боковой поверхностью свай-стойки в пределах заглубления ее в практически несжимаемые грунты заполняется раствором, определяемым проектом.

При опускном способе погружения свай в вечномерзлые грунты сваи погружаются в оттаянные зоны грунта, при этом диаметр зоны оттаивания должен быть не более $2b$, где b - размер наибольшей стороны поперечного сечения свай.

Примечание. Во всех случаях, когда в проекте предусмотрено погружение свай в вечномерзлые грунты опускным способом, рекомендуется для улучшения качества и повышения производительности свайных работ погружать сваи с проходкой скважин паровым вибролидером.

Оттаивать вечномерзлый грунт следует открытыми или закрытыми нагревателями с помощью пара, воды, электрического тока и др.

Рекомендуется применять нагреватели открытого типа, в которых источником тепла является пар, поступающий из наконечника нагревателя (паровая игла) непосредственно в грунт. Паровая игла представляет собой стальную трубу диаметром 19-25 мм с наконечником, имеющим выходные отверстия диаметром 3-8 мм.

Для ведения работ по оттаиванию скважин паром необходимо: подготовить следующее оборудование и материалы:

- паровой котел;
- магистральные и распределительные паропроводы; паровые иглы с наконечниками;
- распределительную гребенку со шлангами для подводки пара к иглам;
- инвентарные подмости для установки игл и поддержания их в вертикальном положении.

Магистральный и распределительный паропроводы следует прокладывать на низких козлах или деревянных прокладках с уклоном в сторону котельной. Для удобства монтажа распределительный паропровод должен состоять из отдельных секций и присоединяться к магистральному паропроводу с установкой вентиля в месте присоединения. На магистральном паропроводе в местах присоединения распределительных линий ставятся заглушки. Обязательно устройство теплоизоляции труб магистральных и распределительных паропроводов.

При производстве работ необходимо следить за исправностью, паропроводов, своевременно ликвидировать утечки пара и не допускать выпуска конденсата пара в пределах застраиваемой территории.

Распределительная гребенка должна иметь одинаковый с распределительным паропроводом диаметр; к ней привариваются отводы для подключения паровых игл. На отводах распределенной гребенки устанавливаются вентили.

Перед распределительной гребенкой устанавливается манометр для регистрации давления пара, поступающего в паровые иглы. Паровые иглы соединяются с распределительной гребенкой посредством гибких шлангов высокого давления.

Для работы с паровыми иглами следует применять шланги (рукава, изготовленные из резиноканевых паропроводных рукавов для подачи насыщенного пара с температурой до 175 °С, рассчитанные на рабочее давление пара до 0,8 МПа). Шланги должны быть работоспособны при температурах наружного воздуха от минус 50 до 50 °С.

Для фиксации правильного положения паровой иглы следует отрывать в местах установки игл лунки или применять шаблоны. Поверхностный слой из насыпных грунтов, если пробными попытками будет установлена невозможность проходки через него паровых игл, необходимо пробурить или пройти траншеей на всю глубину.

Оттаивание мерзлого грунта в месте погружения сваи должно производиться одной или несколькими одновременно действующими паровыми иглами. Число одновременно оттаиваемых скважин определяется с учетом того, что на одну паровую иглу необходимо иметь 4-5 м² поверхности нагрева котла. Для эффективного оттаивания грунта на каждую иглу следует подавать не менее 300 кг пара в 1 ч.

Давление пара на распределительной гребенке следует устанавливать равным;

- 0,3-0,4 МПа для глинистых грунтов без крупнообломочного материала;
- 0,4-0,6 МПа для песчаных грунтов;
- 0,6- 0,8 МПа для песчаных грунтов;
- 0,6-0,8 МПа для песчаных грунтов с включением гравия и гальки.

В начале погружения иглы в грунт давление пара должно быть минимальным (0,3-0,4 МПа), а после погружения увеличивается до максимального (0,5-0,8 МПа).

При содержании в мерзлых грунтах гальки и гравия более 15% (до 20%), а также при небольших валунах рекомендуется применять утяжеленную паровую иглу, имеющую более толстые стенки и прочный наконечник.

При содержании крупнообломочного материала более 20% необходимо вначале в мерзлом грунте пробуривать скважину диаметром 100-150 мм и затем через эту скважину паровой иглой оттаивать грунт.

Глубина оттаянной скважины в глинистых грунтах должна быть равна проектной глубине погружения свай.

В грунтах песчаных и содержащих крупнообломочный материал скважину следует оттаивать на глубину, превышающую проектную глубину погружения свай на 0,5-1 м в зависимости от толщины слоя крупнообломочного материала, валунов и песка, оседающих на дно скважины и располагающихся под нижним концом свай. При этом необходимо учитывать, что грунт под наконечником иглы оттаивает еще на 0,3-0,5 м в песках и илах, на 0,2-0,3 м - в глине и на 0,1-0,2 м в щебенистых грунтах.

Длительность выдержки паровой иглы зависит от размеров оттаиваемой скважины и льдонасыщенности грунта.

Иглу выдерживают, как правило, последовательно на глубине 0,5 м в процессе погружения и далее через 0,5 м от поверхности земли в течение 10-20 мин на каждой отметке в зависимости от состава грунта.

В однородных глинистых грунтах рекомендуется быстро погружать паровую иглу до проектной глубины, а оттаивание грунта производить в процессе извлечения иглы из грунта с последовательной выдержкой ее на отметках, кратных 0,5 м.

Для того чтобы поперечные размеры скважины были равномерными, необходимо иглу дольше выдерживать на отметках, соответствующих залеганию более льдонасыщенных грунтов. Время выдерживания иглы следует назначать пропорционально влажности мерзлого грунта.

В грунтах песчаных или содержащих крупнообломочный материал погруженную на заданную глубину иглу, превышающую глубину погружения свай на 0,5-1 м, следует выдерживать в течение 10-15 мин, чтобы в нижней части оттаиваемой скважины образовалось уширение диаметром, близким к заданному диаметру скважины.

Примечание. Хорошее качество скважин, не имеющих уширений сверху или внизу, с относительно ровными стенками может быть получено при следующей технологии оттаивания. Оттаивание начинают с центра скважины, а затем для ускорения оттаивания и выравнивания стенок иглу погружают в нескольких точках в пределах намеченного контура скважины. Количество дополнительных погружений и длительность выдержки иглы зависит от состава грунтов и размеров скважины (в песках до 4-5 погружений иглы, в глинистых грунтах - 5-7 погружений иглы, в торфах - 6-8 погружений иглы).

Скорость погружения и сроки выдерживания иглы на различных глубинах следует устанавливать в каждом конкретном случае пробным оттаиванием грунта и погружением свай.

С целью облегчения погружения опускных свай в песчаные грунты рекомендуется после их оттаивания в процессе погружения свай к нижней части скважины подавать воздух, который перемешивает и рыхлит оттаянный песок.

Для погружения свай используются стреловые или башенные краны. Свая в оттаянный грунт резко опускается с высоты 2-3 м. Погружение свай в оттаянные песчаные грунты наиболее эффективно с помощью вибропогружателей.

Если по какой-либо причине свая опускается ниже проектной отметки, в скважину следует подсыпать щебень, и сваю до вмерзания поддерживать краном или закреплять в проектном положении.

Погружать сваи в предварительно оттаянный грунт зимой и весной следует не позже чем через сутки после окончания оттаивания; летом и осенью - не позже чем через 2 сут. При этом железобетонные сваи не допускается погружать ранее чем через 12 ч (летом) и 20 ч (зимой) после окончания оттаивания скважин.

Погружение свай в оттаянные скважины допускается также применять на площадках с температурой грунта от минус 1 до минус 1,5 °С при условии, что диаметр протаянной зоны назначается уменьшенным (равным диагонали поперечного сечения свай), а сваи погружаются сваебойными машинами.

При бурозабивном способе погружения свай в вечномерзлые грунты сваи забиваются в предварительно пробуренные скважины-лидеры, диаметр которых менее (на 1-2 см) наименьшего размера поперечного сечения свай.

Если бурозабивные сваи погружаются в зимнее и весеннее время, скважина на глубину 1,5-3 м должна иметь диаметр, превышающий диагональ поперечного сечения свай.

Перед погружением бурозабивной сваи скважину следует тщательно очистить от попавших в нее воды, грязи, льда и снега.

Типы сваебойных машин для погружения свай должны выбираться с учетом технико-экономических показателей в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки, размеров и веса свай и намеченного способа погружения.

Во всех случаях следует применять сваебойные машины с весом ударной части, превышающим вес свай с наголовником.

Стенки скважины во всех случаях должны быть ровными, в связи с чем бурение скважин производят только вращательным и паровибролидерным способами.

При бурозабивном способе погружения свай искусственное понижение температуры вечномерзлых грунтов основания допускается проводить только после погружения свай.

Способ бурения скважин под сваи выбирается с учетом мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки и технологических показателей (табл.1.2-1.4), технических возможностей строительной организации. В таблицах приводятся также условия для рационального применения способа подготовки скважин оттаиванием паром.

Контроль качества работ по устройству свайных фундаментов должен производиться на всех этапах, включая бурение скважин, и осуществляться производителем работ и представителями авторского надзора и заказчика.

В процессе выполнения работ по бурению скважин под сваи производителем работ должен вестись журнал, в котором фиксируется номер скважины, месяц, число и время ее бурения, диаметр рабочего инструмента, диаметр обсадной трубы и глубину ее погружения, отметки устья и дна скважины (проектная и фактическая), наличие или отсутствие в ней воды, а также краткая характеристика проходимых грунтов, определяемая по удаляемому из скважины буровому шламу. Записи в журнале должны производиться производителем работ, контролироваться и подписываться представителями авторского надзора и заказчика.

При бурении скважин под сваи-стойки дополнительно с проектной глубины скважины отбираются образцы грунта, которые маркируются и сохраняются до оформления акта приемки скважин.

Таблица 1.2

Способ бурения	Мерзлотно-грунтовые условия для рационального применения способа подготовки скважин при		
	температуре мерзлого грунта, °С	содержании включений на скважину	
	песчаного	глинистого	крупнооблом
Ударно-канатный	Ниже - 0,5	Ниже - 0,3	30-70, в том забуриван скальные п
Вращательный:			
резцово-шнековый	Без ограничений	Ниже - 0,2	До 30
шарошечный	Без ограничений	Ниже - 0,2	Свыше 30, в т чисто скал

			пород
Огневой термомеханический	Ниже -1	Ниже - 0,5	До 20
Паровибролидерный	Ниже - 0,5	Ниже- 0,2	До 30
Протаивание скважин паровой иглой	Ниже - 1,5	Ниже - 1,0	До 15

Таблица 1.3

Способ бурения	Размеры скважин, м		Скорость бурения скважин диаметром 0,4-0,5 м, м/ч, в грунтах
	глубина	диаметр	песчаных включений
Ударно-канатный	Более 100	До 0,9	2,5-3,
Вращательный:			
резцово-шнековый	8-20	До 0,65	До 15
шарошечный	До 15	До 0,5	До 15
Огневой термомеханический	До 12	До 0,5	До 8
Паровибролидерный	До 10	До 0,5	30-40

Протаивание скважин паровыми иглами	До 10	До 0,8	До 20
--	-------	--------	-------

Таблица 1.4

Способ бурения	Продолжительность вмерзания свай, сутки, при способах нагружения свай		
	буроопускной	бурозабивной	
	Среднегодовая температура грунтов, °С		
	-0,5	-1	-1,5
Ударно-канатный	50-70	50-40	15-25
Вращательный	30-45	15-25	8-12
Огневой термомеханический	-	120-140	80-100
Паровибролидерный	40-60	20-40	12-20
Протаивание скважин паровой иглой (опускной способ нагружения свай)	-	-	120-140

В случае несоответствия полученных результатов проектным данным по согласованию с проектной организацией может быть изменена проектная глубина скважины.

По окончании бурения должна быть проконтролирована глубина скважины и качество зачистки ее дна путем опускания на забой специально размеченного бурового снаряда, мерной штанги или лота. Этот вид контроля должен периодически проверяться представителем авторского надзора.

Глубина скважины при буроопускном способе погружения свай должна быть равна проектной глубине погружения свай. Отклонения фактической глубины скважины по сравнению с проектной глубиной в сторону уменьшения допускаются 5 см при монолитном ростверке и 3 см при сборном ростверке. Перебур скважины не должен превышать 20 см.

Примечание. Глубину скважин под сваи-стойки следует корректировать в соответствии с глубиной залегания практически несжимаемых грунтов.

При перерыве между окончанием бурения и погружением свай более 4 ч должны быть приняты меры по ограждению скважин от попадания в них поверхностных и грунтовых вод, при этом при погружении свай скважина должна быть вторично проконтролирована и при необходимости дополнительно зачищена.

После погружения свай должно проверяться соответствие отметки нижнего конца свай отметке дна скважины, а также правильность расположения свай в плане и по вертикали.

Погруженные сваи должны быть приняты по акту комиссией. В акте указываются данные о сваях (марка, завод-изготовитель, номер свай, номер партии, номер паспорта, размеры свай по проекту и фактические), месяц, число и время погружения свай, глубина погружения (проектная и фактическая), характеристики раствора (температура, осадка конуса во время заливки в скважину), установка температурных трубок (длина, диаметр, количество).

Разрешение на загрузку свайных фундаментов из висячих свай дается на основании оценки несущей способности свай при температурном режиме вечномерзлых грунтов оснований на день приемки. Полная расчетная нагрузка свайных фундаментов разрешается только после достижения расчетного температурного режима грунтов оснований.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Устройство набивных свай в вечномерзлых грунтах

Грунты, подвергающиеся воздействию отрицательных температур можно подразделить на три категории. Сезоннопромерзающие грунты можно отнести к мерзлым грунтам, твердомерзлые и пластичномерзлые - к вечномерзлым.

Забивка свай в *сезоннопромерзающие грунты* при глубине промерзания до 0,7 м при

использовании мощных молотов и вибромолотов отличается от забивки в летних условиях только некоторым снижением производительности установок. При большей глубине промерзания и при менее мощных механизмах для забивки свай используют тот же арсенал мероприятий, что и для разработки грунта в зимних условиях.

Если имеется возможность, то предотвращают или уменьшают глубину промерзания мерзлых грунтов за счет заблаговременного утепления мест забивки свай подручными материалами (опилками, соломой, ветками, листвой и т.п.). Допустимо разрушение мерзлого грунта в месте забивки механическими методами, нарезанием прорезей до глубины промерзания грунта с помощью буровых машин с последующим оттаскиванием блоков с места забивки. Применимо устройство в грунте лидирующих скважин бурильными машинами и виброударными установками, применяют и другие методы.

Для *вечномерзлых грунтов* имеются некоторые особенности погружения свай. Эти грунты в естественном состоянии и с ненарушенной структурой имеют высокую несущую способность. Поэтому при погружении свай в такие грунты необходимо максимально сохранить Вечномерзлые грунты в естественном состоянии. На участках, где эта структура нарушена в результате забивки, следует восстановить первоначальные свойства данных грунтов. Это достигается *вмерзанием свай* или *смерзанием свай* по поверхности с грунтом, что приводит к тому, что они начинают составлять одно целое, совместно приобретают высокую несущую способность.

Метод вмерзания широко применяется для *твердомерзлых грунтов*, у которых среднегодовая температура на глубине 5-10 м составляет - 0,6-1,5 °С. Погружают сваи в твердомерзлые грунты в основном двумя методами: в оттаявший грунт или в пробуренные скважины, диаметр которых превышает наибольший размер поперечного сечения сваи. При погружении сваи в оттаявший грунт первоначально нужно этот грунт оттаять (рис.14), затем погрузить сваи в образовавшуюся в мерзлом грунте полость разжиженного грунта. Грунт оттаивают с помощью паровой иглы, перфорированной в нижнем сечении. Под действием пара при давлении 0,4-0,8 МПа, в зоне перфорированной части иглы происходит разжижение грунта до текучего состояния; в такой грунт и осуществляют погружение готовой сваи до проектной глубины.

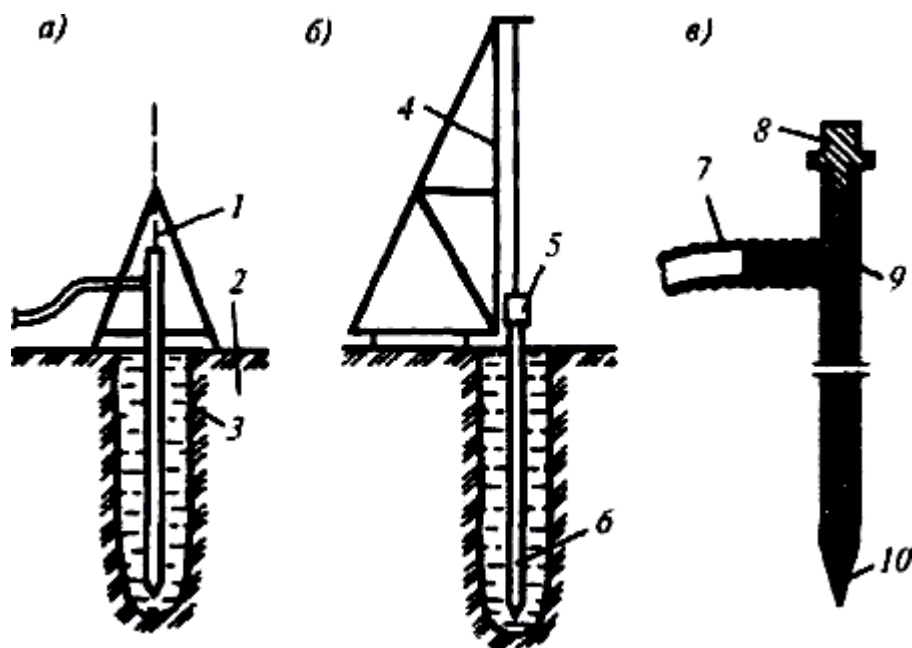


Рис.14. Схемы процесса погружения свай в мерзлый грунт методом оттаивания:
а- оттаивание грунта; *б* -погружение свай; *в* -паровая игла; 1 - поддерживающие козлы; 2
 -мерзлый грунт; 3 -разжиженный грунт, 4- сваепогружающая установка; 5
 -вибропогружатель; 6 - свая; 7 - паропровод; 8 -головная заглушка; 9 -патрубок; 10- острие
 иглы

В грунтах с небольшим количеством льда можно получить полость нужных размеров в короткое время (за 1-3 ч). В грунтах с большим насыщением льдом процесс получения полости растягивается на 6-8 ч. Скорость погружения иглы в грунт определяют с таким расчетом, чтобы диаметр растаявшей полости превышал наибольший размер сваи в поперечном сечении в 2-3 раза. После погружения сваи на проектную глубину в грунте начинает восстанавливаться состояние вечномерзлости, свая оказывается вмерзшей в грунт, заделанной в толщу вечномерзлого грунта, приобретает необходимую несущую способность.

Для оттаивания мерзлого грунта при погружении свай с использованием стержневых электронагревателей (рис.15) район забивки свай разбивают на три захватки. На первой захватке пробуривают скважины, на второй - скважины уже пробурены и осуществляется их утепление и отопление, на третьей захватке производят погружение свай в скважины. Интервал между отоплением скважины и погружением в нее свай не должен превышать одной смены.

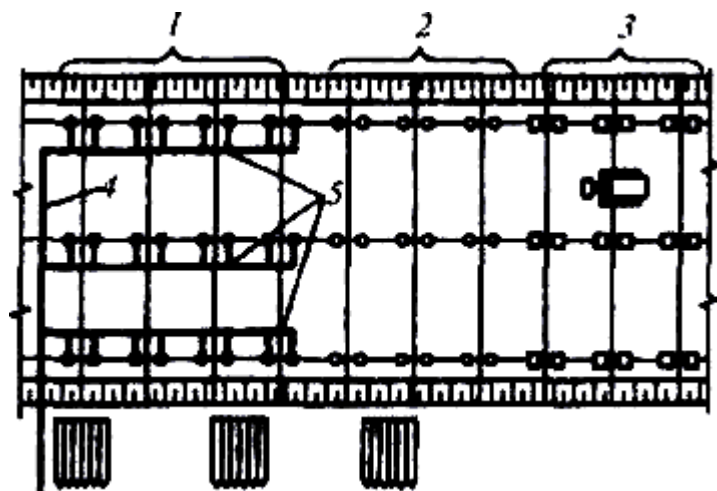


Рис.15. Схема последовательности погружения свай при отогреве грунта стержневыми электронагревателями:

1- участок с электронагревателями; 2 -то же, с отогретыми скважинами; 3 -то же, с погруженными сваями; 4 -кабель; 5 -провода

Метод погружения свай в *пробуренные скважины*(рис.16) включает в себя ряд последовательно выполняемых операций:

- бурение скважины до необходимой глубины;
- заполнение скважины песчано-глинистым раствором на 1/2-1/3 высоты;
- погружение свай в этот раствор с частичным выжиманием его из устья скважины;
- извлечение обсадной трубы.

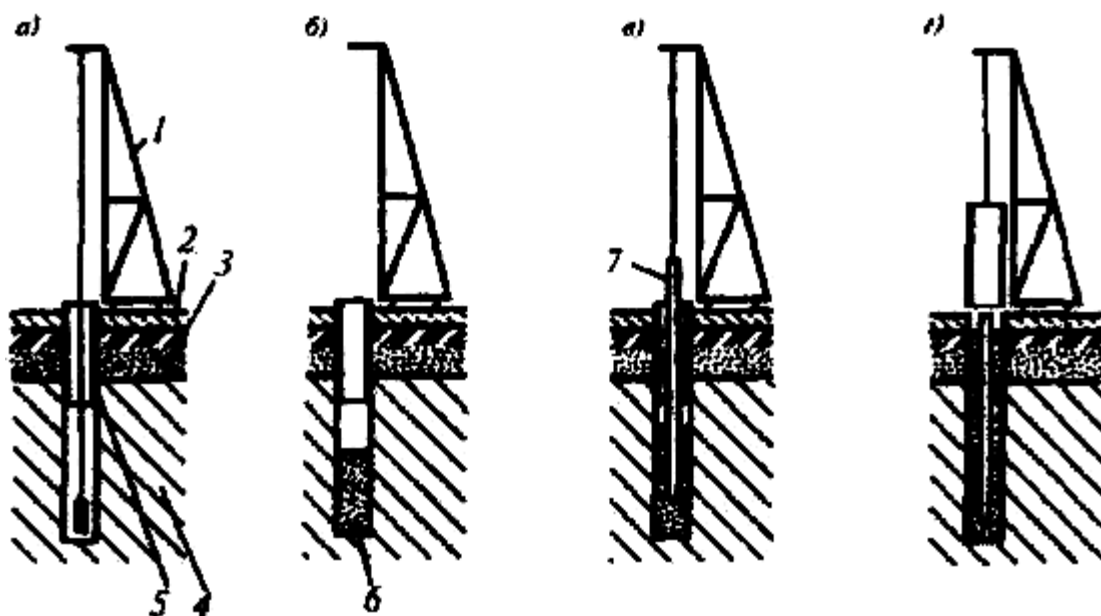


Рис.16. Схема процесса погружения сваи в пробуренную скважину:

а - бурение скважины; б- заполнение скважины песчано-глиняным раствором; в - погружение сваи; г -извлечение обсадной трубы; 1 - буровая установка; 2 -подсыпка; 3- деятельный слой грунта; 4- мерзлый грунт; 5 -обсадная труба; 6- песчано-глинистый раствор; 7 - свая

В результате вмерзания раствора в естественный грунт, а сваи в этот раствор, свая приобретает необходимую несущую способность.

В *пластичномерзлые высокотемпературные грунты* со среднегодовой температурой выше -1°C готовые сваи погружают забивным или бурозабивным методом. Методы погружения в оттаявший грунт или в пробуренные скважины, приемлемые для твердомерзлых грунтов, здесь не подходят из-за относительно высокой температуры грунтов и медленного процесса вмерзания в них свай.

Забивку свай выполняют в песчаные, супесчаные грунты, пылеватые суглинки и только в период сезонного оттаивания, так как зимой грунты деятельного слоя охлаждаются до $-5-10^{\circ}\text{C}$ и становятся твердомерзлыми.

Бурозабивным методом сваи погружают в два этапа. Первоначально пробуривают лидирующую скважину, диаметр которой принимают на 1-2 см меньше максимального размера сваи. Далее сваю погружают в эту скважину с помощью вибромолота или дизель-молота. В процессе забивки происходит некоторое деформирование грунта и благодаря тепловой энергии от работающего молота - выжимание и перераспределение грунта по периметру сваи. После окончания забивки свая быстро вмерзает в грунт. Применение лидирующих скважин позволяет повысить точность установки свай, обеспечить погружение ее на проектную глубину, исключить поломки свай от попадания под острие камней, валунов и др.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

Устройство свайных фундаментов в вечномёрзлых грунтах

1. Погружение висячих свай в вечномёрзлые грунты осуществляется буроопускным, опускным и бурозабивным способами.

2. Буроопускной способ погружения свай применяется при средней температуре вечномёрзлого грунта по длине сваи минус 0,5 °С (и ниже); сваи погружаются в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых превышает (на 5 см и более) наибольший размер поперечного сечения сваи; полость между стенками и свайей заполняется грунтовым или специальным раствором.

Скважины перед погружением в них свай должны быть очищены от воды, шлама, льда или снега. Толщина слоя жидкого шлама или воды на дне скважины при погружении сваи не должна превышать 15 см. Наличие на дне скважины замерзшего или сухого шлама, льда или выколов грунта не допускаются.

Сваи перед погружением в скважины следует очищать ото льда, снега, комьев мерзлого грунта и жировых пятен.

Сваи должны быть погружены в сроки, исключающие оплывание стенок скважин, как правило, не позднее чем через 4 ч после их зачистки и приемки.

Заливать в скважину грунтовой или специальный раствор следует, как правило, непосредственно перед погружением сваи. После погружения сваи проверяется соответствие отметки нижнего конца сваи проектной отметке, а также правильность расположения сваи в плане и по вертикали.

При буроопускном способе погружения висячих свай должны быть приняты меры, обеспечивающие полное заполнение пазух между стенками скважины и свайей грунтовым раствором (погружение свай методом вытеснения предварительно залитого грунтового раствора, дополнительное уплотнение раствора вибрацией и др.).

3. Опускной способ погружения свай применяется в твердомерзлых глинистых грунтах, мелких и пылевидных песках, содержащих не более 15% крупнообломочных включений со средней температурой вечномёрзлых грунтов по длине сваи от минус 1,5 °С и ниже.

Сваи погружаются с оттаиванием грунта, причем диаметр зоны оттаивания должен быть не более удвоенного размера большей стороны поперечного сечения свай. Для ускоренного вмерзания свай допускается применять искусственное охлаждение грунтов.

Железобетонные сваи допускается погружать в оттаянные грунты зимой не ранее чем через 20 ч после окончания оттаивания, летом - не ранее чем через 12 ч.

4. Бурозабивной способ погружения свай допускается применять в пластичномёрзлых

грунтах без крупнообломочных включений. Сваи погружаются забивкой в предварительно пробуренные скважины диаметром на 1-2 см меньше наименьшего размера поперечного сечения свай.

5. При приемке свайных фундаментов, устраиваемых в вечномёрзлых грунтах, составляется акт приемки с отражением мерзлотно-грунтовых условий в период устройства фундамента, с характеристиками температурного режима грунтов около свай и способа погружения свай. Разрешение на загрузку свайных фундаментов дается на основании оценки несущей способности свай при температурном режиме на день приемки. Полная расчетная нагрузка фундаментов допускается только после достижения расчетного температурного режима грунтов оснований, измеряемого с помощью температурных трубок, устанавливаемых одновременно со сваями на всю глубину в количестве не менее 2% от общего количества свай.

Требования по качеству

3.1. В процессе изготовления буронабивных свай с уширенным основанием представителями заказчика, технического и авторского надзора осуществляется постоянный, поэтапный контроль за:

- а) плано-высотной привязкой осей отдельных свай и их фактическим положением в плане;
- б) вертикальностью пробуренных скважин, их глубиной, величиной заглубления в несущий слой;
- в) технологией и основными параметрами втрамбовывания щебня в дно скважины;
- г) установкой арматурных каркасов в скважины;
- д) технологией бетонирования ствола свай;
- е) правильностью и своевременностью заполнения "Журнала изготовления буронабивных свай с уширенным основанием из щебня".

3.2. Контроль качества выполненных работ осуществляется в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87, Пособия по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-87), а также проекта свайных фундаментов.

3.3. Приемка-сдача готовых буронабивных свай выполняется комиссией в составе заказчика, генподрядчика, исполнителя работ, авторского надзора в два этапа:

1 этап - приемка-сдача скважин после устройства уширенных оснований;

2 этап - приемка-сдача готовых свай.

3.4. Приемка выполненных буронабивных свай производится на основании следующих материалов:

- а) проекта свайных фундаментов;
- б) проекта производства работ (ППР) по устройству буронабивных свай с уширенным основанием;
- в) исполнительной схемы расположения свай;
- г) актов на скрытые работы;
- д) журнала изготовления буронабивных свай с уширенным основанием из щебня;
- е) актов приемки материалов (бетон, арматура, щебень).

3.5. Приемка буронабивных свай оформляется актами:

- а) освидетельствования и приемки пробуренных скважин и арматурных каркасов для буронабивных свай;
- б) приемки свайного поля из буронабивных свай для бетонирования ростверков.

В этих актах указываются все выявленные отступления от проекта, предусмотренные способы и сроки их устранения, дается общая оценка качества выполненных работ.

Определение несущей способности одиночной сваи

3.6. Несущую способность одиночной буронабивной сваи определяют в соответствии с ГОСТ 5686-94 (Грунты. Методы полевых испытаний сваями).

3.7. Допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании с учетом расчетных данных в соответствии с СНиП 2.02.03-85 (Свайные фундаменты) несущую способность свай определять по величине суммарной энергии, затраченной на втрамбовывание щебня в дно скважины. Эта методика определения величины несущей способности разработана ЦНИИОМТП на основании многочисленных исследований, выполненных в различных инженерно-геологических условиях на территории РФ и ближнего зарубежья при устройстве фундаментов в втрамбованных котлованах и набивных свай. В частности, минимальная несущая способность буронабивных свай на объекте-представителе составила 250 - 300 кН, что на 10 - 25 % превышает расчетное их значение.

Устройство набивных и буронабивных свай

1. До начала производства свайных работ выполняется срезка или подсыпка грунта до проектной отметки ростверка и разбивка свайного поля. Если работы выполняются с использованием глинистого раствора, то производится проверка качества его приготовления.

2. При устройстве буронабивных свай забой скважины должен быть очищен от разрыхленного грунта или уплотнен трамбованием. Уплотнение неводонасыщенных грунтов следует проводить путем сбрасывания в скважину трамбовки (при диаметре 1 м и более - массой не менее 5 т, при диаметре скважины менее 1 м - 3 т). Трамбование грунта в забое скважины необходимо производить до величины “отказов”, не превышающей 2 см за последние пять ударов, при этом общая сумма “отказов” трамбовки должна составлять не менее диаметра скважины.

3. Уровень глинистого раствора в скважине в процессе ее бурения, очистки и бетонирования должен быть выше уровня грунтовых вод (или горизонта воды на акватории) не менее чем на 0,5 м.

4. По окончании бурения следует проверить соответствие проекту фактических размеров скважин, отметки их устья, забоя и расположения каждой скважины в плане, а также установить соответствие типа грунта основания данным инженерно-геологических изысканий (при необходимости с привлечением геолога).

5. В обводненных песчаных, просадочных и в других неустойчивых грунтах бетонирование свай должно производиться не позднее 8 ч после окончания бурения, а в устойчивых грунтах - не позднее 24 ч. При невозможности бетонирования в указанные сроки бурение скважин начинать не следует, а уже начатых - прекратить, не доведя их забой на 1-2 м до проектного уровня и не разбуривая уширений.

6. Непосредственно перед подводной укладкой бетонной смеси в каждую скважину, пробуренную в скальном грунте, необходимо с поверхности забоя смыть буровой шлам. Для промывки следует обеспечить подачу воды под избыточным давлением 0,8-1 Па при расходе 150-300 м³/ч. Промывку следует продолжать 5-15 мин до исчезновения остатков шлама (о чем должен свидетельствовать цвет воды, переливающийся через край обсадной трубы или патрубка).

Промывку необходимо прекращать только в момент начала движения бетонной смеси в бетонолитной трубе.

7. Для контроля сплошности бетонного ствола буровых свай, выполняемых методом подводного бетонирования, необходимо выборочным порядком производить испытание образцов, взятых из выбуренных в сваях кернов, или контролировать сплошность неразрушающими методами из одной сваи на каждые 100, но не менее чем из двух свай на объект строительства, а также во всех сваях, при устройстве которых были допущены нарушения технологии.

8. В процессе устройства камуфлетного уширения каждой сваи необходимо контролировать отметки опущенного в забой заряда ВВ и поверхности бетонной смеси в трубе до и после взрыва.

9. Бурунабивные полые сваи следует изготавливать из жестких бетонных смесей с осадкой конуса 1-3 см на щебне фракции не более 20 мм.

Внутренняя поверхность ствола каждой бурунабивной полый сваи должна быть подвергнута визуальному осмотру. При обнаружении вывалов бетона площадью более 100 см² или обнажении рабочей арматуры полость сваи должна быть заполнена бетонной смесью с осадкой конуса 18-20 см на высоту, превышающую на 1 м отметку обнаруженного дефекта.

10. Бурение скважины при устройстве буруинъекционных свай в неустойчивых обводненных грунтах следует осуществлять с промывкой скважин глинистым (бентонитовым) раствором или под защитой обсадных труб. Плотность глинистого (бентонитового) раствора следует принимать равной 1,05-1,15 г/куб.см.

Растворы, применяемые для изготовления буруинъекционных свай, должны иметь плотность в пределах 1,73-1,75 г/куб.см, подвижность по конусу АЗНИИ не менее 17 см и водоотделение не более 2%. Состав растворов для буруинъекционных свай должен быть указан в проекте.

Заполнение скважин буруинъекционных свай твердеющими (цементным или другим) растворами следует производить через буровой став или трубку-инъектор от забоя скважины снизу вверх до полного вытеснения глинистого раствора и появления в устье скважины чистого цементного раствора.

11. Укладка бетонной смеси в скважину должна производиться без перерывов, превышающих период начала схватывания смеси. При бетонировании необходимо обеспечить укладку качественного бетона по всей глубине скважины, в том числе и в голове сваи. В процессе бетонирования бурунабивных свай должен вестись журнал бетонных работ. Контрольные бетонные образцы должны отбираться в количестве 3 шт. на каждые 50 куб. м. уложенной бетонной смеси. Изготовление и хранение контрольных бетонных образцов должно производиться в условиях, аналогичных условиям, в которых происходит бетонирование и твердение свай.

12. В процессе бетонирования свай контролю подлежат:

- качество и температура (зимой) бетонной смеси;
- интенсивность укладки бетонной смеси;
- технология заполнения скважины бетонной смесью;
- объем бетона, уложенного в скважину;
- время начала и окончания бетонирования, а также время вынужденных перерывов.

13. При производстве работ состав контролируемых показателей, объем и методы контроля должны соответствовать требованиям таблицы 3.1.

Таблица 3.1.
(СНиП 3.02.01-87, табл.18)

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)	
1	Установка на место погружения свай размером по диагонали или диаметру, м:		
		Без кондуктора, мм	С кондуктором, мм
		до 0,5	5
		0,6-1,0	10
		св. 1,0	12
2	Величина отказа забиваемых свай	Не должна превышать расчетной величины	То же
3	Амплитуда колебаний в конце вибропогружения свай и свай-оболочек	Не должна превышать расчетной величины	Измерительная аппаратура, каждая свая
4	Положение в плане забивных свай диаметром или стороной сечения до 0,5 м включ.: а) однорядное расположение свай:		То же

	поперек оси свайного ряда;	0,2d	
	вдоль оси свайного ряда;	0,3d	
	б) кустов и лент с расположением свай в два и три ряда:		
	крайних свай поперек оси свайного ряда;	0,2d	
	остальных свай и крайних свай вдоль свайного ряда;	0,3d	
	в) сплошное свайное поле под всем зданием или сооружением:		
	Крайние сваи;	0,2 d	
	Средние сваи;	0,4 d	
5	г) одиночные сваи;	5 см	
	д) сваи колонны	3 см	
	Положение в плане забивных, набивных и буронабивных свай диаметром свай более 0,5 м:		
	а) поперек ряда;	10 см	
6	б) вдоль ряда при кустовом расположении свай;	15 см	
	в) для одиночных полых круглых свай под колонны	8 см	
	Отметки голов свай;		
	а) с монолитным ростверком;	3 см	
	б) со сборным ростверком;	1 см	
	в) безростверковый фундамент		
	Со сборным оголовком;	5 см	
	г) сваи-колонны	3 см	
7	Вертикальность оси		Измерительн

	забивных свай, кроме свай-стоек	2 %	свай, выбранных случайным образом
8	Положение шпунта в плане: а) железобетонного, на отметке поверхности грунта; б) стального, при погружении плавучим краном на отметке: верха шпунта; поверхности; в) на отметке верха шпунта при погружении с суши	10 см 30 см 15 см 15 см	То же
9	Размеры скважин и уширений буронабивных свай: а) отметки устья, забоя и уширений; б) диаметр скважины; в) диаметр уширения; г) вертикальности оси скважины	10 см 5 см 10 см 1 %	То же каждая скважина То же, 2 скважины, выбираемые случайным образом То же “
10	Расположение скважины в плане	По поз. 5	По поз. 5
11	Сплошность ствола свай, выполненных методом подводного бетонирования	Без нарушений сплошности	Измерителем сплошности при испытании образцов, взятых из выемки в сваях кернами
12	Сплошность ствола полых набивных свай	Ствол сваи не должен иметь вывалов бетона площадью 100см ² или обнажении рабочей арматуры	Визуальный, с помощью лупы

13	<p>Глубина скважин под сваи стойки, устанавливаемые буроопускным способом, для ростверка:</p> <p>а) монолитного;</p> <p>б) сборного</p>	<p>Отклонения не должны превышать, см:</p> <p>+5, -20</p> <p>+3, -20</p>	<p>Измерительная лента, каждая свая, отметка головок, установленная на скважину</p>
14	Требования к головам свай, кроме свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка (платформенный стык)	<p>Торцы должны быть горизонтальными с отклонениями не более 5 мм, ширина сколов бетона по периметру сваи не должна превышать 50 мм, клиновидные сколы по углам должны быть не глубже 35 мм и длиной не менее чем на 30 мм короче глубины заделки</p>	Технический паспорт, каждая свая
15	Требования к головам свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка (платформенный стык)	<p>Торцы должны быть горизонтальными с отклонениями не более 0,02, не иметь сколов бетона по периметру шириной более 25 мм, клиновидных сколов углов на глубину более 15 мм</p>	То же
16	Монтаж сборных ростверков:	<p>Смещение относительно разбивочных осей, мм</p> <p>10</p>	<p>Отклонение отметки поверхности</p> <p>5</p>

	б) фундаменты промышленных зданий	20	10
17	Смещение осей оголовка относительно осей свай	10 мм	То же, как оголов
18	Толщина растворного шва между ростверком и оголовком	Не более 30 мм	То же
19	Толщина шва после монтажа при платформенном опирании	Не должна превышать 8 мм	“
20	Толщина зазора между поверхностью грунта и нижней плоскостью ростверка в набухающих грунтах	Не менее установленной в проекте	Измеритель каждый ро
21	Толщина растворного шва безростверковых свайных фундаментов: Между плитой и оголовком;	Должна быть, мм не более: 30	То же
	между стеновой панелью и оголовком	20	
d - диаметр круглой свай или меньшая сторона прямоугольной			

14. Оценку качества и приемку фундаментов из набивных и буронабивных свай выполняют на основании следующих документов:

- проекта свайных фундаментов;
- актов приемки материалов, применяемых для изготовления свай;
- актов лабораторных испытаний контрольных бетонных кубиков;
- актов контрольной проверки качества укладки бетонной смеси в скважину;
- актов контроля изготовленных свай (отбор кернов или неразрушающий контроль);
- акта заключения по проведенным статическим испытаниям опытных свай;
- плана расположения свай с привязкой к разбивочным осям;
- исполнительной схемы расположения осей свай с указанием отклонений от проектного положения в плане и результатов нивелировки оголовков свай;
- актов на скрытые работы
- журналов изготовления свай.

При приемке готовых свай необходимо проверять соответствие выполненных в натуре работ требованиям проекта. Приемку оформляют актом, в котором должны быть отмечены все выявленные дефекты и предусмотрены способы их устранения.

ВЕДОМОСТЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Вид конструктивного элемента: Устройство свайных фундаментов

Основание СНиП 3.02.01-87, п.11.6; табл. 18

Объект: _____

Дата обследования _____

№		Значен параметр
---	--	--------------------

п/п	Контролируемые параметры	допускае отклоне
1	2	3
1	Соответствие материалов требованиям проекта, ГОСТ	Паспорт сертификат
2	Освидетельствование скрытых работ	Акт
3	Предельные отклонения: установки на место погружения свай с кондуктором, с размером свай по диагонали или диаметру (d): - до 0,5 м; - от 0,6 до 1 м	5 мм; 12 мм
4	Вертикальность оси забивных свай кроме свай-стоек	20% св
5	Отметка голов свай: с монолитным ростверком; со сборным ростверком; безростверковый фундамент со сборным оголовком; свай-колонны	3 см; 1 см; 5 см; 3 см
6	Установки на место погружения свай без кондуктора, с размером свай по диагонали или диаметру (d): - до 0,5 м; - от 0,6 м до 1 м; - свыше 1 м	10 мм 20 мм

		30 мм
7	<p>Положение в плане забивных свай диаметром или стороной сечения до 0,5 м включительно:</p> <p>а) однорядное расположение свай: поперек оси свайного ряда; вдоль оси свайного ряда;</p> <p>б) кустов и лент с расположением свай в два и три ряда: крайних свай поперек оси свайного ряда; остальных свай и крайних свай вдоль свайного ряда;</p> <p>в) сплошное свайное поле под всем зданием, сооружением: крайние сваи; средние сваи;</p> <p>г) одиночные сваи;</p> <p>д) сваи-колонны</p>	<p>0,2d;</p> <p>0,3d;</p> <p>0,2d;</p> <p>0,3d;</p> <p>0,2d;</p> <p>0,4d;</p> <p>5 см;</p> <p>3 см</p>
8	<p>Положение в плане забивных, набивных и буронабивных свай диаметром более 0,5 м:</p> <p>а) поперек ряда;</p> <p>б) вдоль ряда при кустовом расположении свай;</p> <p>в) для одиночных полых круглых свай под колонны</p>	<p>10 см</p> <p>15 см</p> <p>8 см</p>

Определение

$$Kk = \frac{\sum_{i=1}^n Kk_i}{n} =$$

Значимость дефектов:
 из них значительных (З) -
 малозначительных (М) -

$$\sum_{i=1}^n Kk_i =$$

Обследование

провели: _____

Наименование
строительной
организации

АОЗТ "УНР-38"

Объект

жилой дом по адресу
квартал 3-3А, корпус 2Е, (ул.
Морская, дом 24)

**Сводная ведомость
забивки свай**

(с N

1

по N

Начало 22 мая 2001 года

Окончание 3 июня 2001

N п.п.	N свай	Тип свай	Дата
	По плану свайного поля		смена

1	2	3	4
<i>1</i>	<i>22</i>	<i>призматическая</i>	<i>24.05.01</i>
<i>2</i>	<i>23</i>	<i>призматическая</i>	<i>25.05.01</i>

Исполнитель

мастер Павлов М.Н.

Подпись

(фамилия, имя,
отчество)

Приемка свайных работ

Приемка свайных работ сопровождается освидетельствованием свайного основания, проверкой соответствия выполненных работ проекту, инструментальной проверкой правильности положения свай или шпунта, контрольными испытаниями свай. Отклонение положения свай от проектного не должно превышать в ростверке ленточного типа одного диаметра сваи, в свайных полях двойных размеров сваи.

При осуществлении контроля качества в процессе и при окончании устройства свайных фундаментов руководствуются следующими критериями:

от качества выполнения свайных работ зависит несущая способность свайных фундаментов, что имеет важнейшее значение для всего здания или сооружения;

устройство свай относится к скрытым работам, требующим пооперационного контроля качества в процессе их устройства.

В общем случае контролируют:

- соответствие поступающих на строительную площадку изделий и материалов проекту;
- соблюдение утвержденной технологии погружения забивных или устройства набивных свай;
- несущую способность свай;
- соответствие положения свай в плане геодезической разбивке.

Основным контролируемым параметром является обеспечение несущей способности свай. Несущую способность погруженных свай определяют статическим и динамическим методами, а набивных - только статическим.

Определение несущей способности сваи. Для свай-стоек, опирающихся на прочный грунт, главным фактором является прочность материала сваи, так как их забивают в плотные грунты до проектной отметки. Для висячих свай их несущую способность определяют способами пробных нагрузок и динамическим (рис.17).

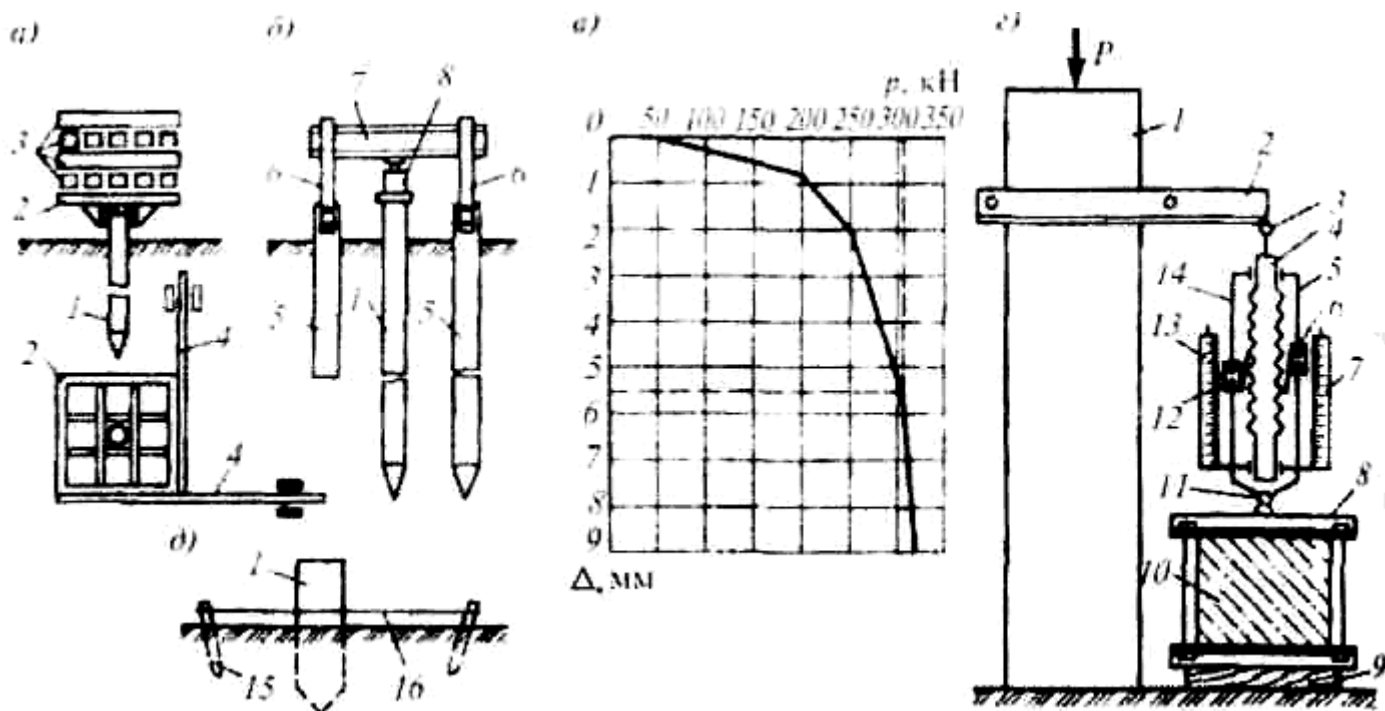


Рис.17. Определение несущей способности свай:

а - схема испытаний свай статическими грузами; б- то же, гидравлическими домкратами, 1 - испытываемая свая; 2- платформа для грузов; 3 -грузы (железобетон или металл); 4 -направляющие и удерживающие рычаги; 5 - опорные сваи; 6- хомуты; 7 - поперечная балка; 8 -домкрат; в -кривая испытаний свай динамической нагрузкой; г- схема автоматического суммирующего отказомера; д- замер отказа при помощи натянутой проволоки; 1 - свая; 2- хомут; 3 -шарнир; 4 -храповая линейка; 5- направляющая; 6- указатель упругого отказа; 7 - мерная линейка для измерения упругого отказа; 8 -хомут опоры; 9- подкладка; 10 -опора; 11- шарнир; 12 -указатель остаточного отказа; 13- мерная линейка для измерения остаточного отказа; 14- направляющая; 15 -колышки, 16- натянутая проволока

Статическим методом несущую способность определяют после окончания работ по забивке всех свай. Для этого на сваю сверху воздействуют гидравлическими домкратами до момента смещения ее относительно окружающего грунта. При этом способе пробных нагрузок на сваю передают нагрузку, возрастающую ступенями в 1/10-1/15 предельной расчетной нагрузки, измеряют осадки и строят график зависимости между ними. За предельно допустимую нагрузку принимают ступень, предшествующую нагрузке, в результате которой свая погрузилась в грунт на величину, более чем в 5 раз превышающую предыдущее погружение. Этот способ надежен, но весьма трудоемок и для оценки прочностных характеристик свайного поля требуется большой промежуток времени (4-12 сут).

Динамический метод основан на косвенной оценке несущей способности забиваемой сваи по значению отказа, поэтому для погружаемых свай этот метод вполне заменяет статический.

Динамический способ основан на равенстве работы, совершаемой молотом при падении, и

сваей на пути ее погружения. За основу принимают контрольный отказ, назначаемый проектной организацией. Отказы замеряют отказомерами, которые можно ставить на грунт или подвешивать на сваю с помощью хомута. Отказомер представляет собой мерную линейку, вдоль которой перемещаются указатели отказов. При погружении сваи в грунт один из указателей движется вниз и показывает на мерной линейке суммарное значение остаточного отказа. При наличии обратного движения сваи вверх за счет упругой реакции грунта второй указатель также перемещается вверх и показывает на мерной линейке суммарное значение упругого отказа. При отсутствии отказомеров величину отказа сваи при забивке за расчетный отрезок времени можно определить нивелиром, гидравлическим уровнем, натянутой над уровнем земли проволокой.

Учитывая, что в процессе забивки сваи грунт находится в напряженном состоянии, следует иметь в виду, что несущая способность сваи оказывается завышенной. Проверку несущей способности свай производят после отдыха свай и стабилизации грунта, а именно: в супесях - через 5-8 сут, в суглинках - через 15-25 сут и в глинистых грунтах - через 30-35 сут.

При контроле положения сваи в плане следят, чтобы не были превышены допустимые отклонения: - $0,2d$ для забивных свай при их однорядном расположении и $0,3 d$ при расположении сваи в два и три ряда в лентах или кустах свай (d - диаметр круглой или максимальный размер прямоугольной сваи). Приемка готовых свайных фундаментов оформляется актом с приложением следующих документов:

паспорта на сваи и сборный ростверк заводов-изготовителей;

паспорта на бетон набивных свай и монолитных ростверков;

приемка арматурных каркасов набивных свай и монолитных ростверков;

акты сдачи свайного поля и готового ростверка;

результаты динамических или статических испытаний свай.

4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Бурильные машины и оборудование

Бурильные машины в строительстве применяют для бурения скважин под установку опор линий электропередач и связи, столбов дорожных указателей и ограждений, устройства буронабивных свай под фундаменты зданий и сооружений, опор мостов, производства буровзрывных работ и т.д. Машины для буровзрывных работ относятся к горным машинам.

Наибольшее распространение в строительстве получили бурильно-крановые машины.

Бурильно-крановой называется самоходная машина, имеющая бурильное и крановое оборудование, предназначенное для бурения скважин и установки в них различных

элементов строительных конструкций.

Бурильно-крановая машина (рис.18) состоит из базовой машины 8, навесного бурового и кранового оборудования.

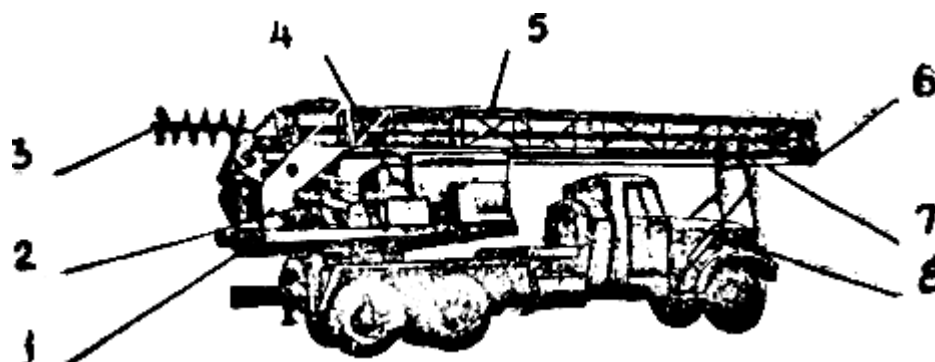


Рис.18. Бурильно-крановая машина БМ-802С:

1- поворотная платформа; 2- гидроцилиндры перевода рабочего органа из рабочего в транспортное положение; 3- бур; 4- крановая лебедка; 5- мачта; 6- блоки; 7- канаты; 8- базовая машина

Рабочий орган - бур 3 - располагается на мачте 5, которая переводится из транспортного горизонтального в рабочее вертикальное положение гидроцилиндрами 2.

Все рабочее оборудование размещено на поворотной платформе 1, что позволяет бурить по окружности без дополнительной перестановки машины.

Сменный шнековый бур имеет режущие кромки из твердого сплава. Вращается бур от двигателя через механическую трансмиссию с несколькими скоростями в одну или другую сторону.

Вверх и вниз бур перемещается при помощи гидроцилиндров, позволяющих также создавать принудительный напор на бур при бурении.

Крановое оборудование включает крановую лебедку 4, расположенную на поворотной платформе, систему канатов 7 и блоков 6, грузозахватное устройство. Крановая лебедка также имеет привод от двигателя через механическую трансмиссию.

В зависимости от типа базовой машины бурильно-крановые машины делятся на автомобильные (рис.18) и тракторные на гусеничных и пневмоколесных (рис.19) тракторах.

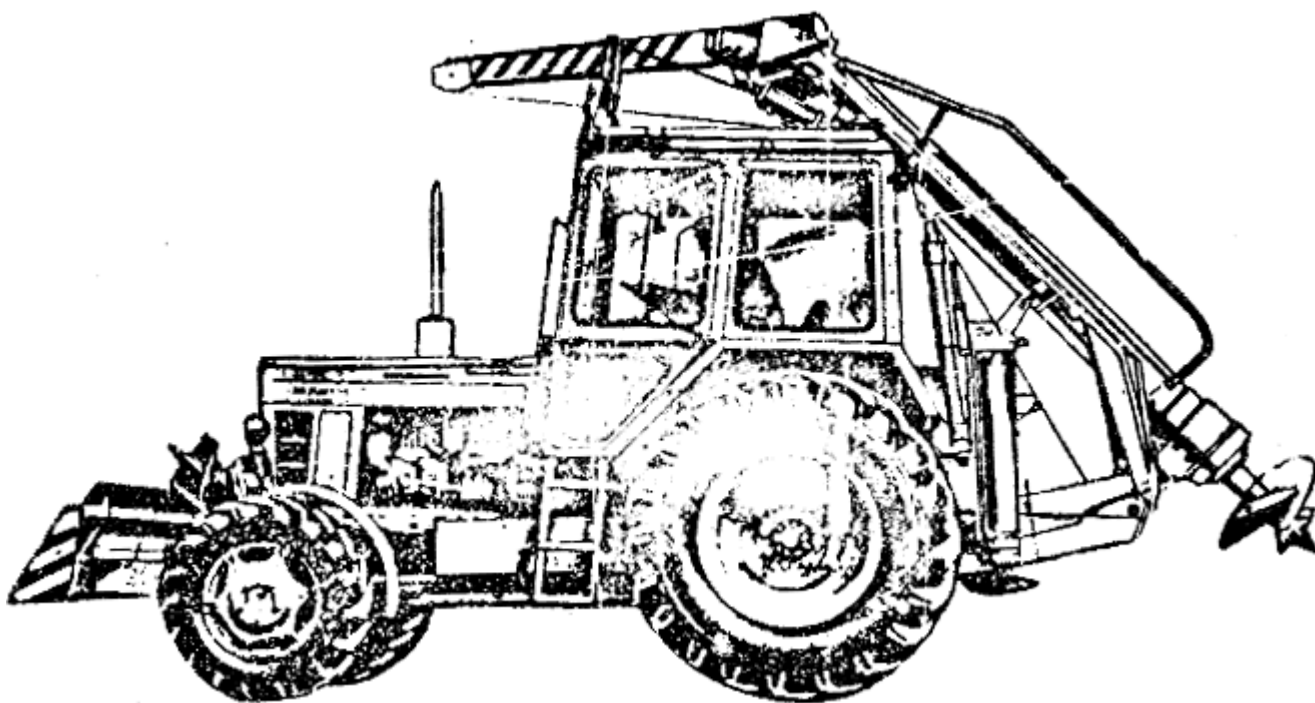


Рис.19. Машина бурильно-крановая БМ-205Б

По типу привода различают бурильные машины с гидравлическим и механическим приводом.

По глубине бурения выпускаются машины для бурения скважин глубиной 2, 3 и 8 м при диаметре скважин от 0,3 до 0,8 м.

Индексы бурильно-крановых машин состоят из букв и цифр. Например, БМ-802С означает: бурильно-крановая машина с глубиной бурения до 8 м, вторая модель, модернизация "С".

В последнее время бурильное оборудование, предназначенное для выполнения работ небольшого объема, широко применяется в качестве сменного рабочего оборудования на различных строительных машинах: одноковшовых экскаваторах, многоцелевых погрузчиках (рис.20) и т.д.

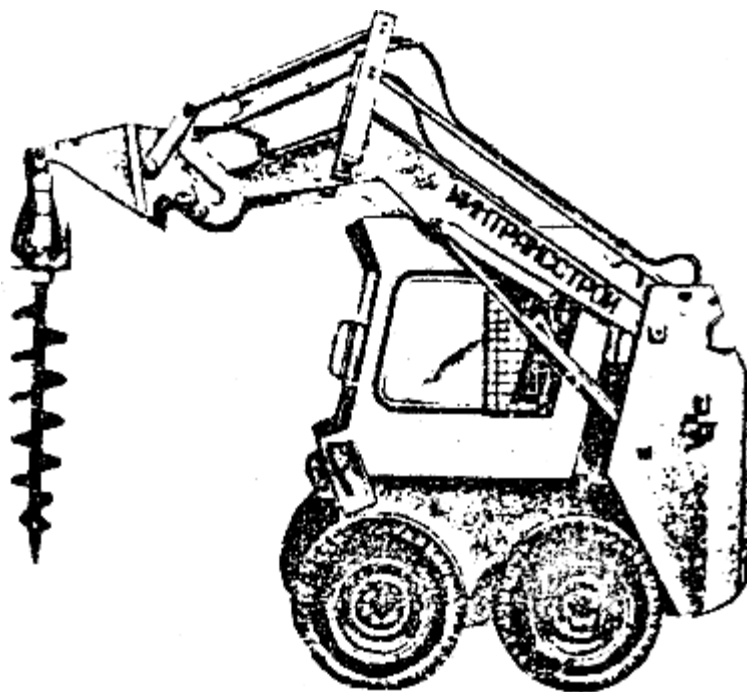


Рис.20. Сменное бурильное оборудование на многоцелевом малогабаритном погрузчике

5. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Охрана окружающей среды

До начала производства земляных работ в проекте организации строительства разрабатываются решения по охране природы в соответствии с действующим законодательством, стандартами и документами, регламентирующими рациональное использование и охрану природных ресурсов.

Плодородный (растительный) слой почвы в основании насыпей и на площади, занимаемой различными выемками, до начала основных земляных работ должен быть снят. Размеры снятия слоя устанавливаются проектом организации строительства. Снятый грунт перемещается в отвал для использования его при рекультивации или повышении плодородия малопродуктивных земель. Растительный слой допускается не снимать:

- при толщине растительного слоя менее 10 см;
- на болотах, заболоченных и обводненных участках;
- на почвах с низким плодородием;
- при разработке траншей шириной поверху 1м и менее.

Необходимость снятия и толщина слоя устанавливаются с учетом уровня плодородия, природной зоны в соответствии с действующими стандартами. При этом необходимо учесть, что снятие растительного слоя следует производить, когда грунт находится в немерзлом состоянии.

Способы хранения грунта и защиты его от эрозии, подтопления, загрязнения устанавливаются в проекте организации строительства.

Недопустимо использовать растительный слой для устройства перемычек, подсыпок и других постоянных и временных земляных сооружений.

Зеленые насаждения - деревья, декоративный кустарник, рельеф местности, представляющий собой экзотическое своеобразие, должны быть защищены и максимально сохранены.

Если при производстве земляных работ будут обнаружены археологические и палеонтологические объекты, то следует работы приостановить и сообщить об этом местным органам власти.

Для предохранения грунтов от промерзания применение быстротвердеющей пены не допускается:

на водосборной территории открытого источника водоснабжения в пределах зоны санитарной охраны водопроводов и водоисточников;

в пределах зоны санитарной охраны подземных централизованных хозяйственно-питьевых водопроводов;

на территориях, расположенных выше по течению подземного потока в районах, где подземные воды используются для хозяйственно-питьевых целей;

на пашнях и кормовых угодьях.

Земляные работы в затопляемых поймах, сброс воды после намыва, подводные земляные работы осуществляются по проекту, согласованному с государственными водохозяйственными и здравоохранительными учреждениями, а в водоемах, имеющих значение, - с рыбохозяйственными, в морских акваториях - с гидрометеослужбой (учреждением).

При производстве дноуглубительных работ или намыве подводных отвалов в водоемах, имеющих рыбохозяйственное значение, общая концентрация механических взвесей должна быть в пределах норм, установленных государственными рыбохозяйственными учреждениями.

Смыв грунта с палуб грунтовозных судов допускается только в районе подводного отвала.

Сроки производства и способы подводных земляных работ следует назначать с учетом экологической обстановки и природных биологических ритмов (нерест, миграция рыб и пр.)

в зоне производства работ.

Техника безопасности

5.1. При производстве работ по устройству фундаментов из буронабивных свай для домов повышенной этажности в условиях существующей застройки, возводимых из типовых секций жилых домов, надлежит соблюдать правила, предусмотренные СНиП "Техника безопасности в строительстве", Временными инструкциями по технике безопасности при выполнении свайных работ с применением самоходных установок и настоящими Рекомендациями.

5.2. При монтаже (демонтаже) передвижной буровой установки для устройства буронабивных свай, а также при производстве свайных работ в опасной зоне не должны находиться люди (в т.ч. и обслуживающий персонал). При перемещении буровой установки ее базовая машина должна находиться на раздвижном гусеничном ходу. При этом осуществляется постоянный контроль за вертикальностью мачты.

5.3. При работе гидравлических бурильных машин должны систематически проверяться исправность механизмов, надежность болтовых и муфтовых соединений, состояние гидропроводов, стальных канатов и правильность их запасовки.

5.4. При эксплуатации буровой установки запрещается:

- работать на неисправной установке и применять неисправные полые шнеки колонны;
- перемещать установку с поднятой направляющей мачтой при уклонах местности более 3%;
- использовать лебедку установки для погрузочно-разгрузочных работ;
- оставлять на грузовом крюке лебедки арматурный каркас в подвешенном состоянии;
- оставлять в поднятом положении мачту установки на слабых сильносжимаемых грунтах;
- извлекать арматурный каркас из забетонированной скважины;
- поднимать различные грузы без установки выносных опор или опирания на аутригеры;
- смазывать вращающиеся узлы установки во время работы;
- оставлять незакрытыми отверстия в грунте после бурения скважин;
- подходить к изготавливаемой свае во время работы установки;
- подтягивать тросом грузы, расположенные сбоку от установки или находящиеся впереди нее на расстоянии более 5 м.

5.5. До начала работ по устройству буронабивных свай весь персонал на объекте должен подробно ознакомиться со спецификой производства работ и проектом производства работ. Рабочие должны быть проинструктированы и обучены безопасным приемам по всем видам работ.

5.6. К работам, связанным с устройством буронабивных свай, допускаются рабочие-мужчины не моложе 18 лет, прошедшие обязательное медицинское освидетельствование, обученные профессиям оператора и слесаря-монтажника буровой установки с правом работы на высоте, прошедшие курсы по технике безопасности работ, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и имеющие соответствующее удостоверение.

5.7. В опасной зоне запрещается производство работ, не имеющих отношения к данному технологическому процессу.

Опасной зоной при производстве свайных работ считается зона вблизи размещения буровой установки с границей, проходящей по окружности, центром которой является место устройства очередной буронабивной сваи, и с радиусом, равным полной длине буровой мачты плюс 5 м.

Все опасные зоны на площадке должны быть обозначены хорошо видимыми предупредительными знаками и надписями.

5.8. Запрещается располагать буровую установку на расстоянии менее 25 м от места производства работ по выемке котлованов или траншей, а также от мест рыхления грунта (в т.ч. мерзлого) клин-молотом, шар-бабой и другими средствами.

Нежелательно устанавливать буровую машину и работать на свеженасыпанном грунте, а также на площадках с уклоном, превышающим указанный в паспорте, в инструкции по эксплуатации машин или в проекте производства работ.

5.9. В пределах призмы обрушения котлованов траншей и прочих выемок запрещается располагать и устанавливать буровые установки, краны и другие строительные машины и оборудование.

5.10. Изготовление буронабивных свай должно производиться в последовательности, указанной в проекте производства работ, и в соответствии с рабочими чертежами проекта. Вблизи подземных коммуникаций, а также рядом с проложенными электрокабелями и в охранной зоне воздушных линий электропередач работы разрешается выполнять только при наличии наряда-допуска на особо опасные работы, подписанного главным инженером строительной организации, и в присутствии представителя эксплуатирующей организации. При этом допуск персонала к выполнению работ разрешается только после ознакомления под расписку с проектом производства работ, рабочим проектом данного объекта всех членов бригады и проведением инструктажа на рабочем месте с выдачей наряда на особо опасные работы.

При земляных работах в местах, где могут находиться действующие подземные коммуникации, надо строго выполнять устанавливаемые их владельцами требования по

производству работ.

При разработке бурильно-крановыми машинами котлованов спуск рабочих в них не разрешается.

При бурении бурильно-крановыми машинами не разрешается приближаться к вращающемуся буру на расстояние менее 1 м. Запрещается также отбрасывать грунт от края котлована при вращающейся штанге бура и очищать буровую головку при работающем двигателе бурильно-крановой машины.

Котлованы, вырытые вблизи мест прохода людей, следует ограждать или закрывать щитами с предупредительными плакатами, а в ночное время - зажженными фонарями. При рытье котлованов на крутых склонах в населенных районах должны быть приняты меры против падения и скатывания камней.

При появлении запаха газа земляные работы должны быть немедленно прекращены, а места их - ограждены и обозначены указателями.

При устройстве фундаментов под опоры подъемные механизмы следует устанавливать на расстоянии не менее 1 - 1,5 м от края котлована в зависимости от плотности грунта и глубины разработки. Опускать подножки в котлованы нужно осторожно, не касаясь стенок. При этом запрещается находиться в котлованах.

При работе с подъемными и тяговыми механизмами и приспособлениями предварительно должна быть проверена их исправность, а также надежность заделки в землю якорей для оттяжек. К работе могут быть допущены механизмы и приспособления, испытанные в установленные сроки. На всех механизмах и приспособлениях должны быть указаны предельная нагрузка и сроки испытания. Масса поднимаемых грузов и тяговые усилия на тросах не должны превышать допустимые.

Перед началом работ должно быть проверено знание сигналов всеми членами бригады, включая персонал, обслуживающий механизмы.

При погрузочно-разгрузочных работах место производства работ по подъему и перемещению грузов должно быть освещено в соответствии с нормами. Все чалочные и захваточные приспособления должны быть испытаны и иметь клеймо или бирки с указанием срока испытания и предельной грузоподъемности.

Рабочие, занятые на погрузочно-разгрузочных работах, должны иметь соответствующие удостоверения. Работы, связанные с погрузкой и выгрузкой железобетонных и металлических конструкций (столбов, опор, подножников), выполняются под руководством прораба, мастера или опытного бригадира. Предварительно прораб (мастер или бригадир) обязан провести подробный инструктаж по технике безопасности.

Строповку длинномерных и тяжеловесных грузов выполняют в соответствии со схемой, выдаваемой такелажнику и крановщику. Для разворота грузов при подъеме или перемещении такелажник должен применять специальные оттяжки, а также следить за тем, чтобы при подъеме груза тяговые канаты находились в вертикальном положении, и не допускать подтаскивания груза крюком. Перед опусканием груза необходимо осмотреть место выгрузки

и убедиться в невозможности падения, сползания или опрокидывания груза при установке.

6. ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ БСИУ ДИАМЕТРОМ 325 мм СТАНКОМ ПБУ

Код	Наименование операции	Продолжительность, мин.	Время, мин															
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
1	Перемещение установки к месту бурения	5	—															
2	Бурение скважины	20		—														
3	Установка обсадной трубы	3						—										
4	Откачка воды из внутренней полости обсадной трубы	5						—										
5	Отсыпка и втрамбовывание сухой бетонной смеси и щебня	20							—									
6	Установка арматурного каркаса	3											—					
7	Бетонирование ствола сваи	10												—				
8	Извлечение обсадной трубы	3														—		
9	Формирование оголовка сваи	6															—	
<p>Продолжительность устройства одной сваи составляет в среднем 75–80 мин (в смену 6 шт.) при составе бригады: буровой мастер — 1; буровой рабочий — 1; бетонщики — 2, арматурщик-сварщик — 1.</p>																		

ЖУРНАЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ С УШИРЕННЫМ ОСНОВАНИЕМ ИЗ ЩЕБНЯ

(с № ____ по № ____)

Начало

Окончание

1. Тип бурового
станка (оборудования)

2. Обсадная труба:
длина _____
диаметр _____
(наружный/внутренний)
й) _____

3. Трамбовка для
уплотнения щебня:
диаметр _____
масса _____

4. Щебень для
создания уширения:
фракция _____
прочность _____

№ пп.	№ порции	Дата, смена	Абсолютная
	щебня		поверхности

(КОТЛОВА

1	2	3	4

Исполнитель: _____

Замечания контролирующих
организаций

должность _____

_____ Ф. И.

О. _____

Форма 2

АКТ № ____

**освидетельствования и приемки буровых скважин и арматурных каркасов
для буронабивных свай № ____**

" ____ " _____ 200__ г.

Мы,
нижеподписавшиеся,

=====

произвели
освидетельствование
скважины под сваи №

(наименование объекта)

При этом
установлены
следующие данные:

№ свай	Диаметр скважины, м	Отметка поверхности котлована	Отметка скважины
--------	---------------------	-------------------------------	------------------

1	2	3	4

На основании
рассмотрения
приведенных выше
данных постановили:

1. Отметки,
размеры скважин,
состояние их нижней
части соответствуют
проектным.

2. Считать
скважины с
арматурным каркасом
готовыми к
бетонированию.

3. Начать
бетонирование свай не
позднее _____
200__ г.

Подписи:

Форма 3

АКТ № ____

**приемки свайного
поля из
буронабивных свай
для бетонирования
ростверков**

" ____ " _____
200_ г.

Мы,
нижеподписавшиеся,

*(представители
заказчика,
генподрядчика,
исполнителя работ,
авторского надзора)*

установили, что
буронабивные сваи на
строительной
площадке

*(наименование
объекта)*

выполнены в
соответствии с
проектом и
дополнительными
указаниями
авторского надзора.

На данной площадке
разрешается
приступить к
устройству
ростверков.

Приложение к Акту:

1. Акт приемки
котлованов до начала
работ со схемой
геодезической
разбивки и
закрепления осей
фундаментов.

2. Исполнительные
схемы расположения
свай с привязкой их к
осям здания _____ шт.

3. Журнал
изготовления
буриабивных свай с
уширенным
основанием из щебня.

4. Акт
освидетельствования
и приемки
пробуренных скважин
и арматурных
каркасов _____ шт.

5. Паспорт на
бетонную смесь
_____ шт.

6. Акт лабораторных
испытаний
контрольных

бетонных кубиков
_____ шт.

7. Сводная ведомость
буронабивных свай
_____ листов.

Подписи:

Материал разработан Олейником В.А.