

## **ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ТТК)**

### **УСТРОЙСТВО БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ**

#### **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Типовая технологическая карта разработана на устройство буронабивных свай в водонасыщенных грунтах.

Технологическая карта составлена на процесс устройства буронабивных свай в водонасыщенных (обводненных) грунтах для малоэтажных зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения, в том числе при их реконструкции в инженерно-геологических условиях средней полосы РФ. Карта содержит вариант устройства буронабивных свай отечественными машинами и механизмами.

Предназначена для использования строительными-монтажными организациями при разработке проектно-сметной документации и проектов производства работ.

#### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Устройство свайных фундаментов из буронабивных свай, в том числе при реконструкции существующих зданий, связанной с их надстройкой, пристройкой новых частей, в сложных грунтовых условиях с применением традиционных конструкций и технологий на базе громоздкого оборудования оказывается практически неприемлемым из-за высокой плотности городской застройки и тем самым стесненности производства работ. Буроинъекционные сваи и набивные сваи, выполняемые по электроимпульсной технологии, а также с использованием пневмопробойников и раскатчиков, особенно при небольших объемах работ, оказываются экономически нецелесообразными.

Предполагаемая технология устройства буронабивных свай с уширенным основанием из щебня впервые была применена при надстройке двух этажей с мансардой над существующим двухэтажным административным зданием. Инженерно-геологические условия площадки характеризуются залеганием сверху - вниз насыпных грунтов (ИГЭ-1), суглинков и глин пластичной и мягкопластичной конструкции (ИГЭ-2), крупнозернистых песков (ИГЭ-3), средних и мелких пылеватых песков средней плотности (ИГЭ-4) с толщиной слоя соответственно до 3,2, 3,8, 2,0, 6,0 м, а ниже с глубины 14 - 15 м залегают мергели и мел (ИГЭ-5).

Подземные воды располагаются на глубине 1,8 - 2,5 м, т.е. в слое насыпных грунтов.

С учетом конструктивных особенностей существующего задания, надстройки, действующих нагрузок в данном случае были приняты свайные фундаменты из буронабивных свай с уширенным основанием с опиранием их на слой крупных песков (ИГЭ-3), залегающих на глубине 6,8 - 7,0 м.

Устройство свайных фундаментов осуществлялось с помощью буровой установки типа ПБУ отечественного производства, которая обеспечила проходку скважин на глубину до 7,0 - 7,5 м диаметром 325 мм. Установка снабжена буровой коронкой, шнеком, ударной штангой-трамбовкой с заостренным под углом 90° наконечником диаметром 275 мм и общей массой 250 кг.

На начальном этапе работ были выполнены опытные работы по отработке технологии втрамбовывания сухой бетонной смеси и щебня в нижнюю часть скважины с учетом возможного влияния динамических воздействий при трамбовании на соседние здания. Было установлено, что в данных условиях вполне допустимо и наиболее целесообразно высоту сбрасывания трамбовки принять равной 3,5 - 4 м. При этой высоте возникающие при ударах трамбовки динамические воздействия практически не влияют на соединение здания, а для полного втрамбовывания одной порции щебня до состояния "отказа" требуется всего лишь 8 - 15 ударов трамбовки.

Все работы при устройстве свайных фундаментов осуществляют в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СНиП 2.02.03-85; СНиП 2.02.01-83\*; СНиП 3.02.01-87; Пособия по производству и приемке работ по основаниям и фундаментам (к СНиП 3.02.01-87) и др.

## **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, изготовляемые 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.

Самими 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 свай, возможность размыва несхватившейся бетонной смеси грунтовыми водами.

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

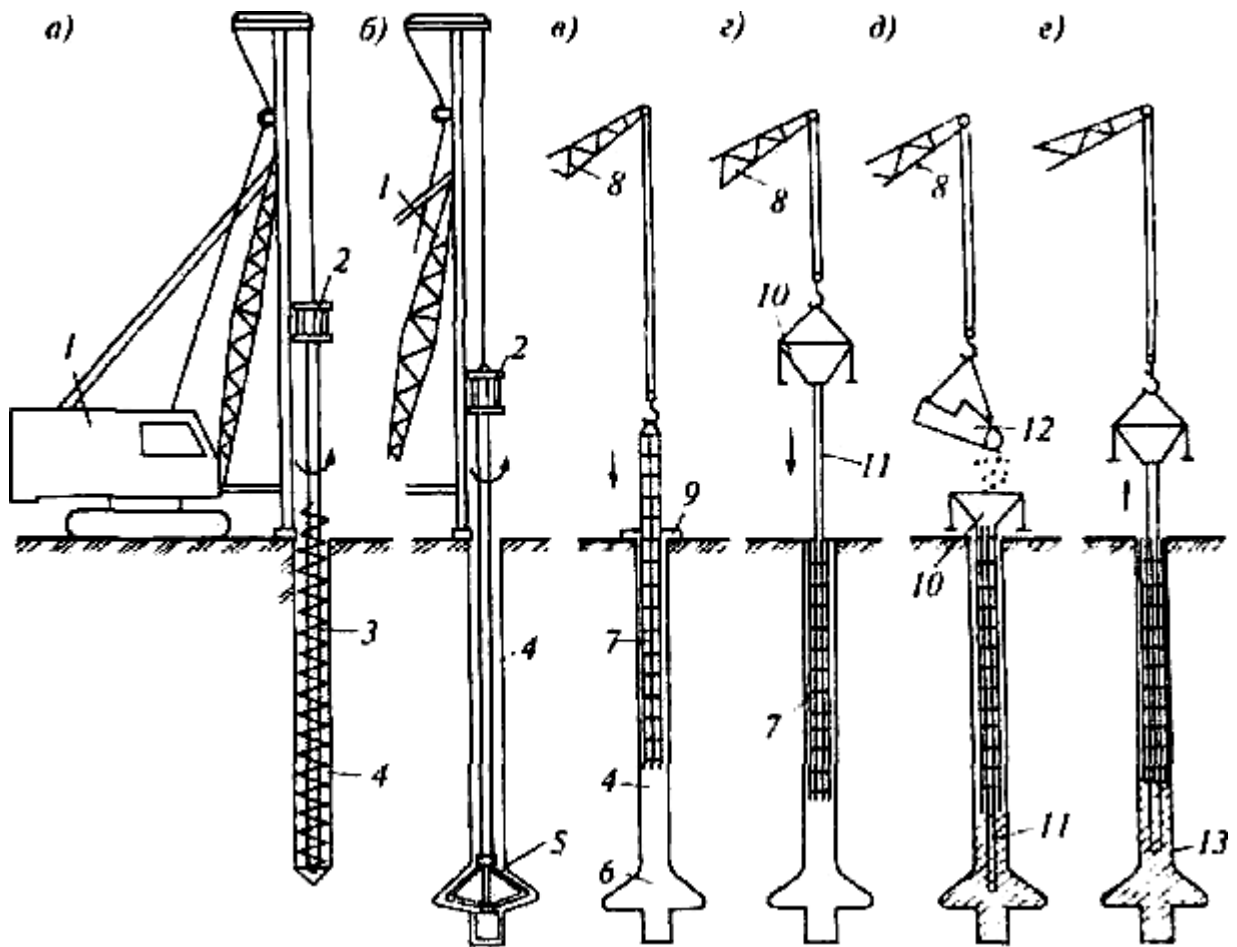


Рис.1. Технологическая схема устройства буронабивных свай сухим способом:  
*a*- бурение скважины; *б* -разбуривание уширенной полости; *в*- установка арматурного каркаса; *г* - установка бетонолитной трубы с вибробункером; *д* -бетонирование скважины методом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ); *е*-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

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.2). 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.

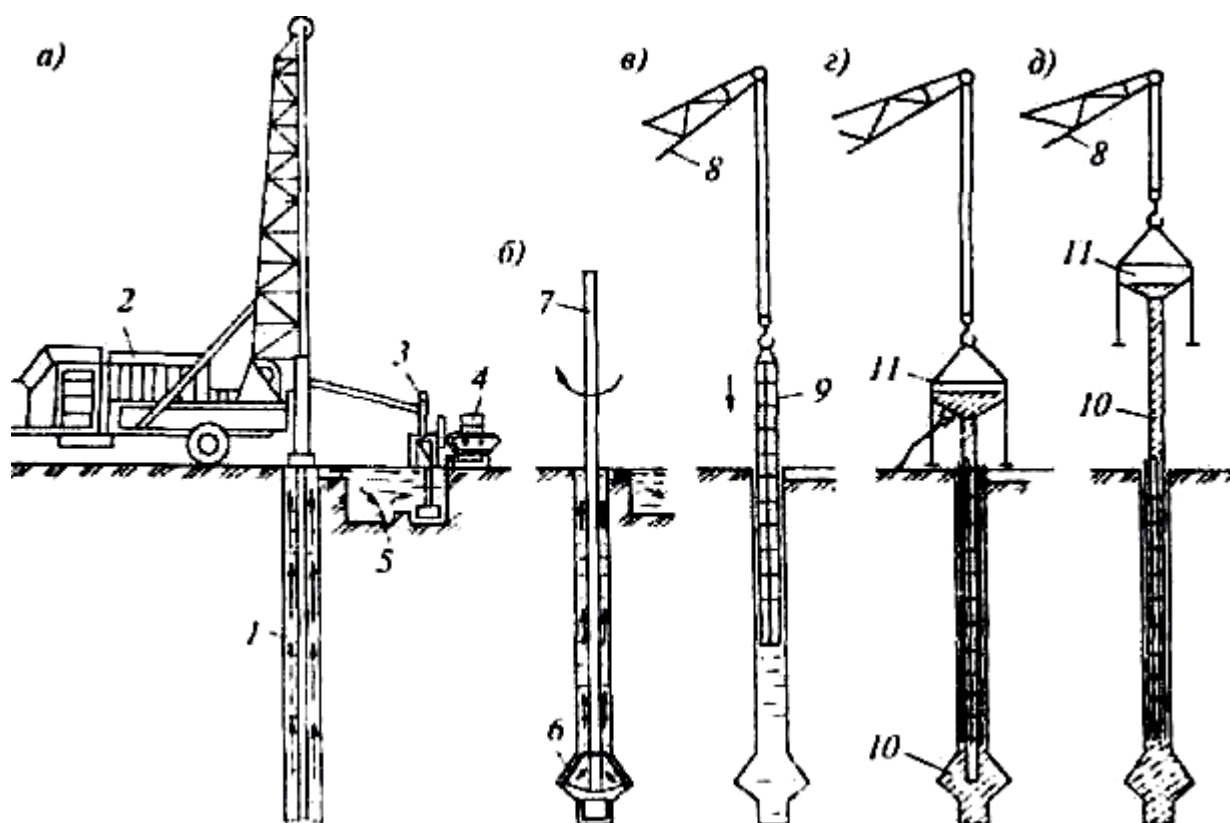


Рис.2. Технологическая схема устройства буронабивных свай под глинистым раствором:

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 - приямок 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.3). Обсадные трубы соединяют между собой при помощи замков специальной конструкции (если это инвентарные трубы) или на сварке. Пробуривают скважины вращательным или ударным способом. Погружение обсадных труб в грунт в процессе бурения скважины осуществляют гидродомкратами.

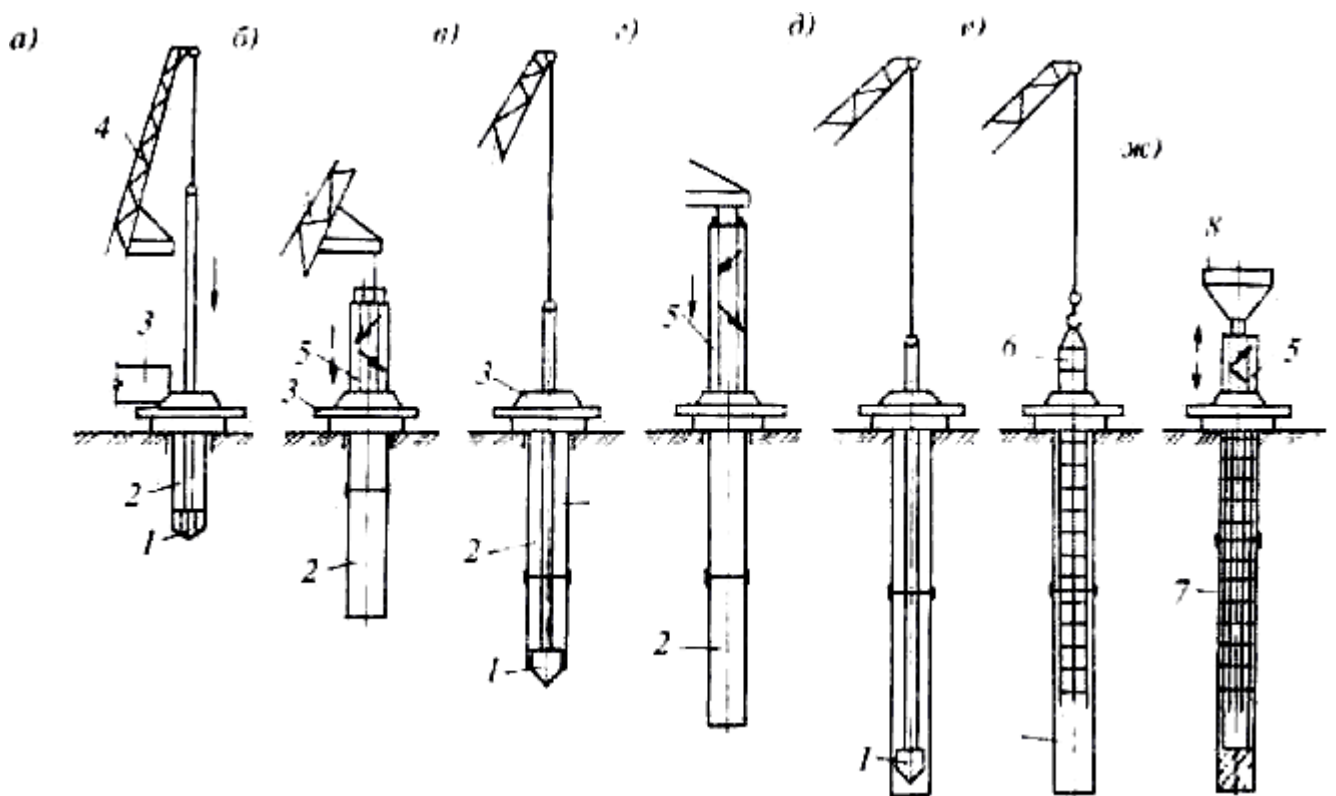


Рис.3. Технологическая схема устройства буронабивных свай с применением обсадных труб:  
*a*- установка кондуктора и забуривание скважины; *б*- погружение обсадной трубы; *в* -  
 проходка скважины; *г* -наращивание следующего звена обсадной трубы; *д* -зачистка забоя  
 скважины; *е* -установка арматурного 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.4).

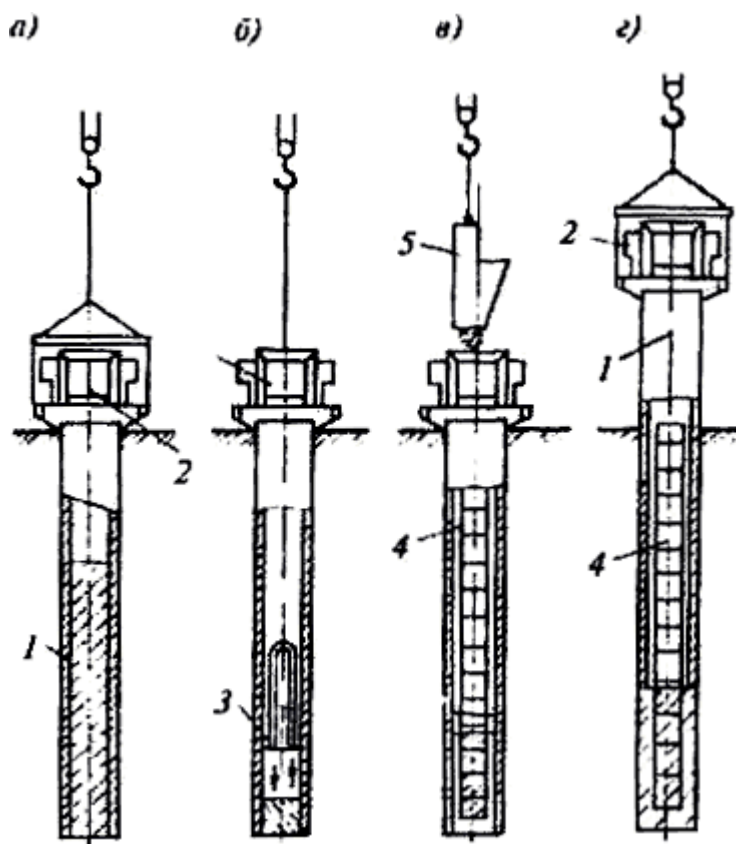


Рис.4. Технологическая схема изготовления набивных свай с выемкой грунта под защитой обсадных труб:

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

*Бутонабивные 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.5). 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.

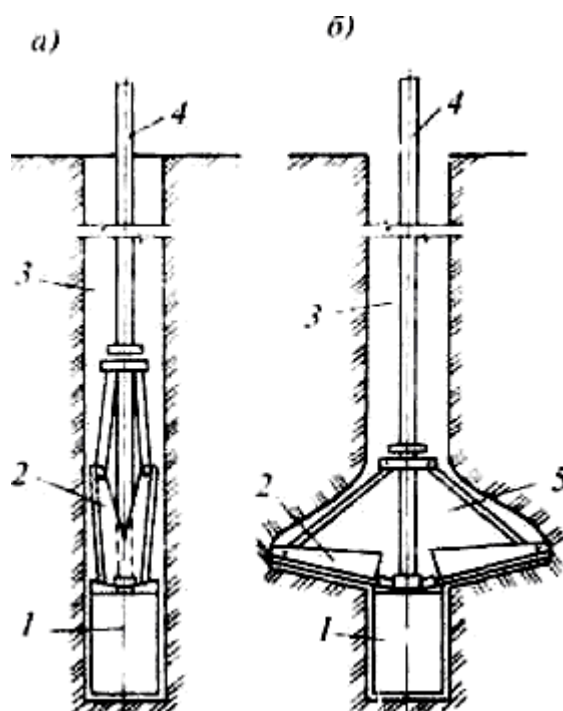


Рис.5. Разбуривание полости в грунте уширителем:  
*a*- положение уширителя во время разбуривания скважины; *б*- то же, в процессе разбуривания полости; 1 - грунтосборник;  
 2- режущие ножи; 3- скважина; 4- штанга; 5- уширенная полость

*Взрывной способ* устройства уширений (рис.6). 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.

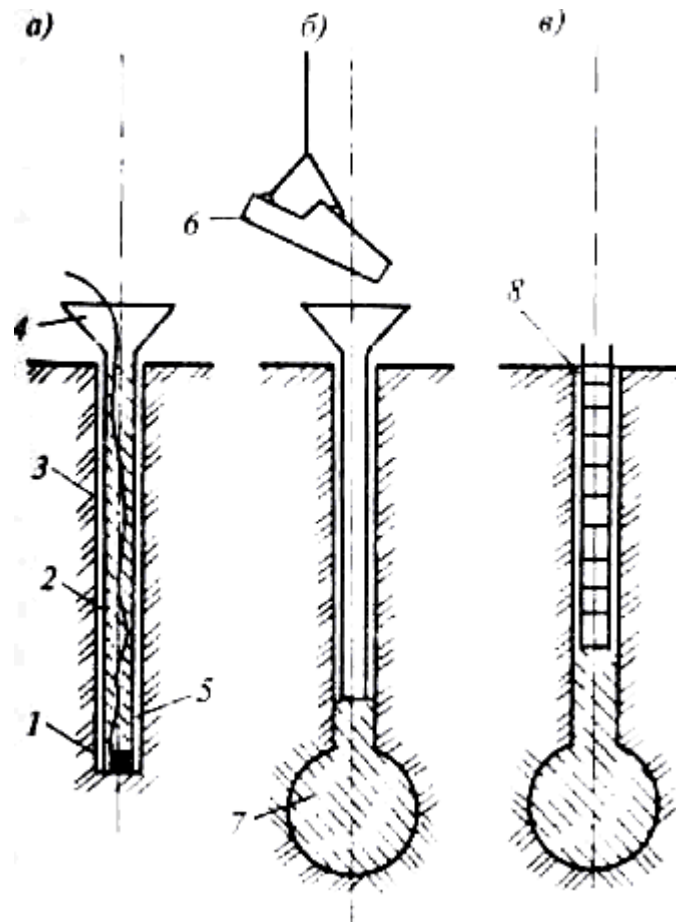


Рис.6. Технологическая схема устройства свай с камуфлетным уширением:  
 а- опускание заряда ВВ и заполнение скважины бетонной смесью; б- подъем бетонолитной трубы и образование уширенной пяты взрывом; в - готовая набивная свая с камуфлетным уширением; 1- заряд ВВ; 2- провод к подрывной машине; 3- обсадная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

*Бурунабивная 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 сваяю.

*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.7). 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 пятю. В устье скважины устанавливают обсадную трубу, монтируют арматурный каркас и осуществляют бетонирование верхней части сваи.

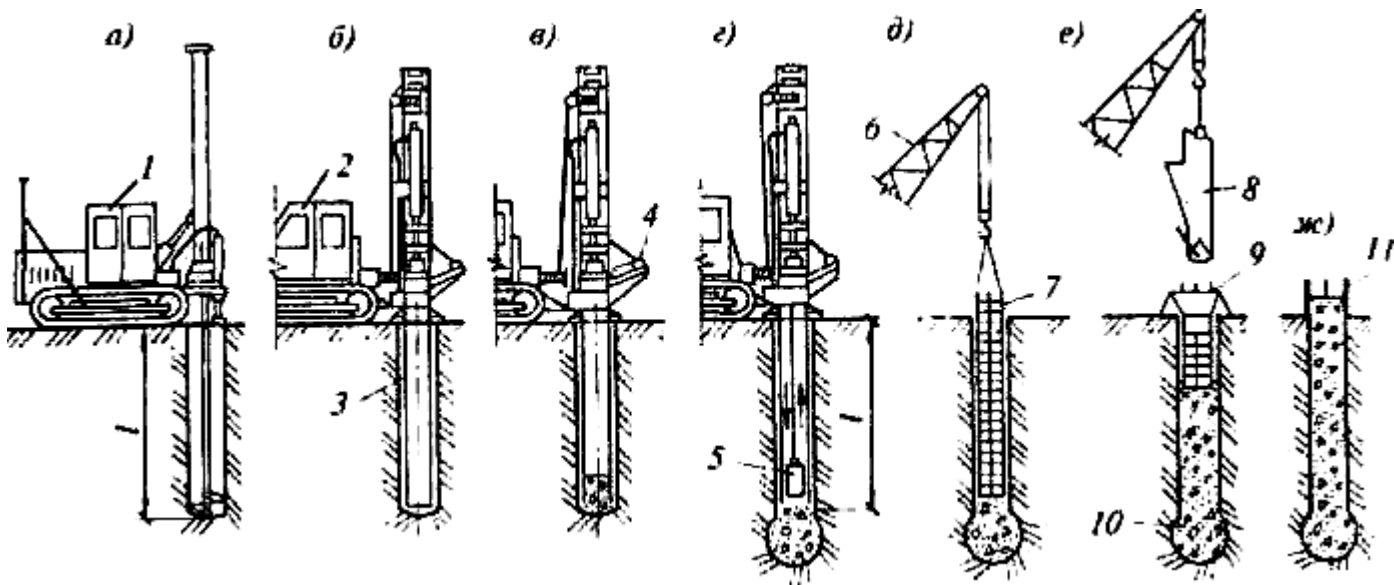


Рис.7. Технологическая схема устройства буронабивных свай с выштампованной пяткой:  
 а- бурение скважины; б - установка в скважину обсадной трубы; в - засыпка в скважину жесткой бетонной смеси;  
 г - втрамбовывание бетонной смеси в основание; д- извлечение обсадной трубы и установка арматурного каркаса;  
 е- бетонирование створа сваи с уплотнением глубинным вибратором; ж- устройство опалубки оголовка сваи; 1 - буровая машина;  
 2 -рабочий механизм с навесным оборудованием для устройства уширенной пятки; 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 тераемый 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.8). 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.

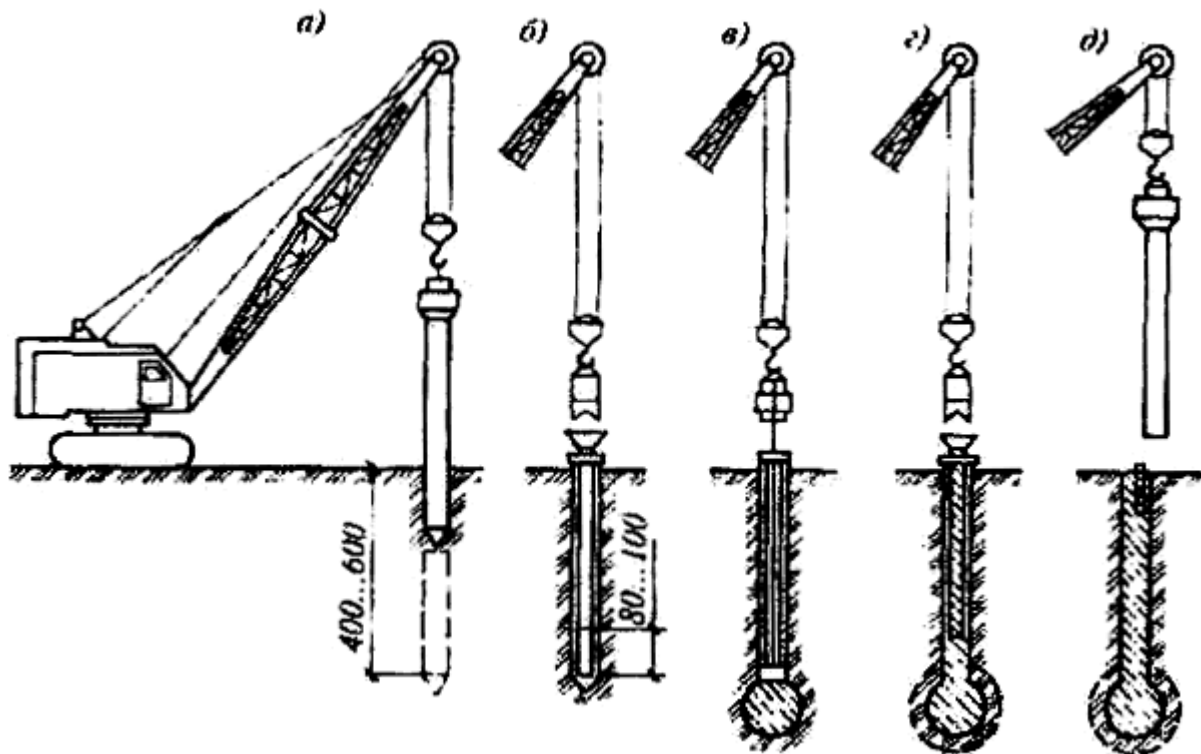


Рис.8. Технологическая схема устройства вытрамбованных свай:

*a*- 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.9). 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.

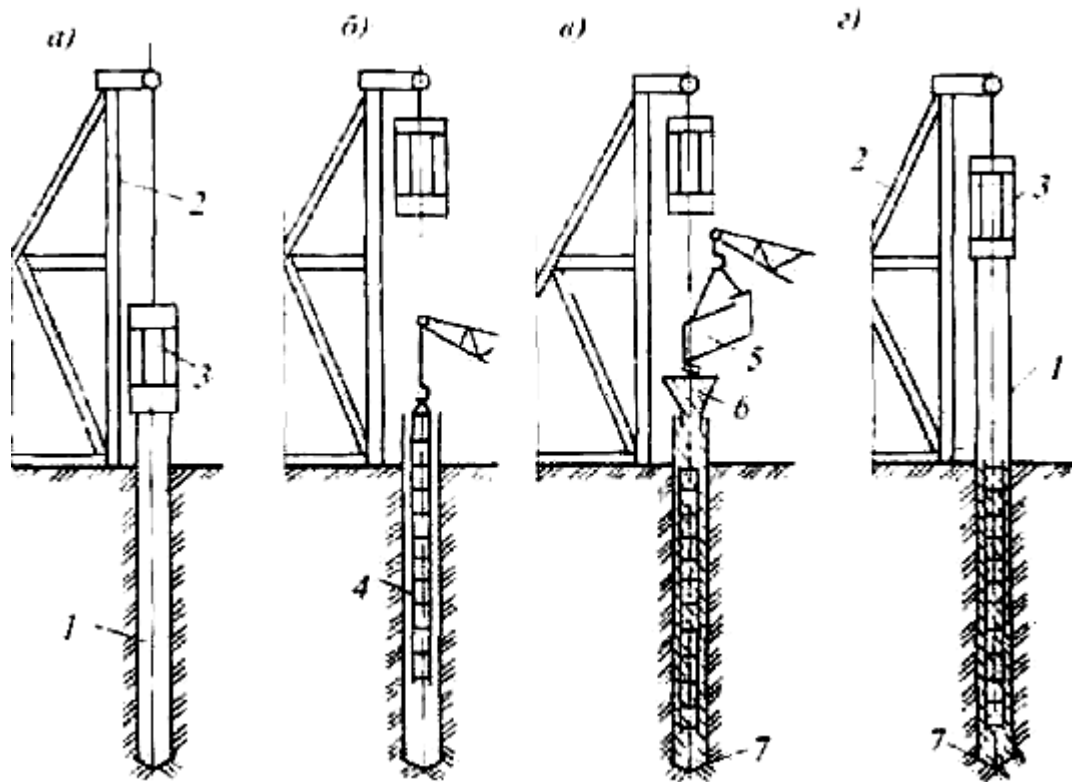


Рис.9. Технологическая схема устройства частотрамбованных свай:  
*a*- погружение обсадной трубы; *б* -установка арматурного каркаса; *в*- подача бетонной смеси в полость трубы;  
*г* -извлечение обсадной трубы с одновременным уплотнением бетонной смеси; 1 - обсадная труба; 2- копер; 3- молот двойного 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 вибробадью 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.10). 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 вибросотрясений 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.

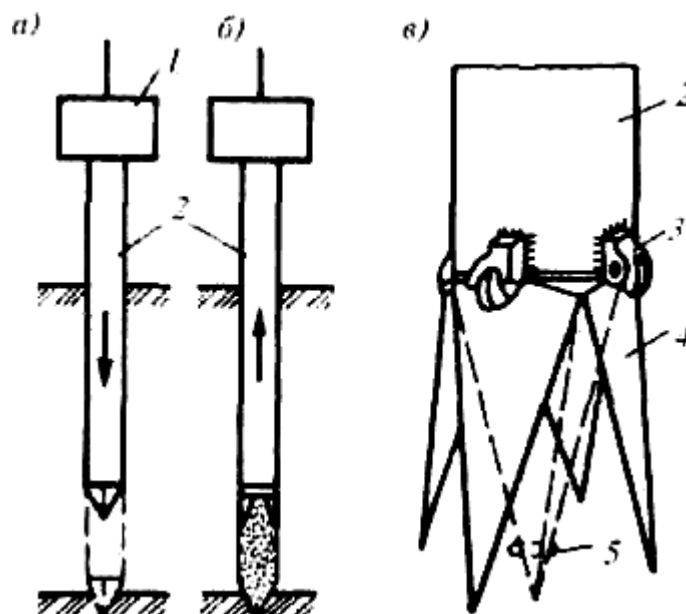


Рис.10. Схема устройства песчаных (грунтовых) набивных свай:  
*а* - погружение обсадной трубы; *б* - извлечение трубы; *в* - раскрывающийся наконечник; 1 - вибропогружатель; 2- обсадная труба; 3- шарнир; 4- створка наконечника; 5-кольцо

*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 растворосмесительной 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.

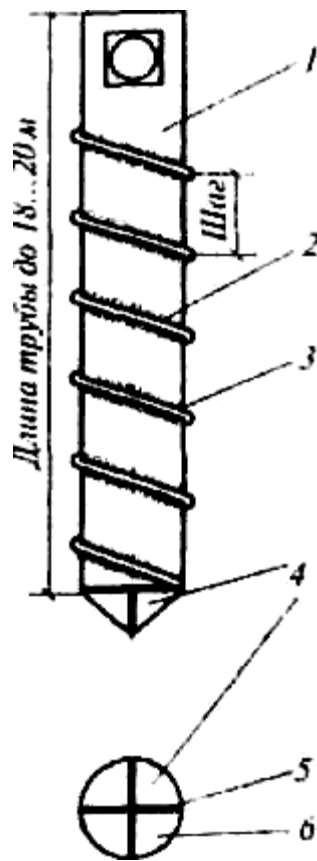


Рис.11. Схема бурозавинчивающейся сваи:

- 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.11). 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.12). 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.

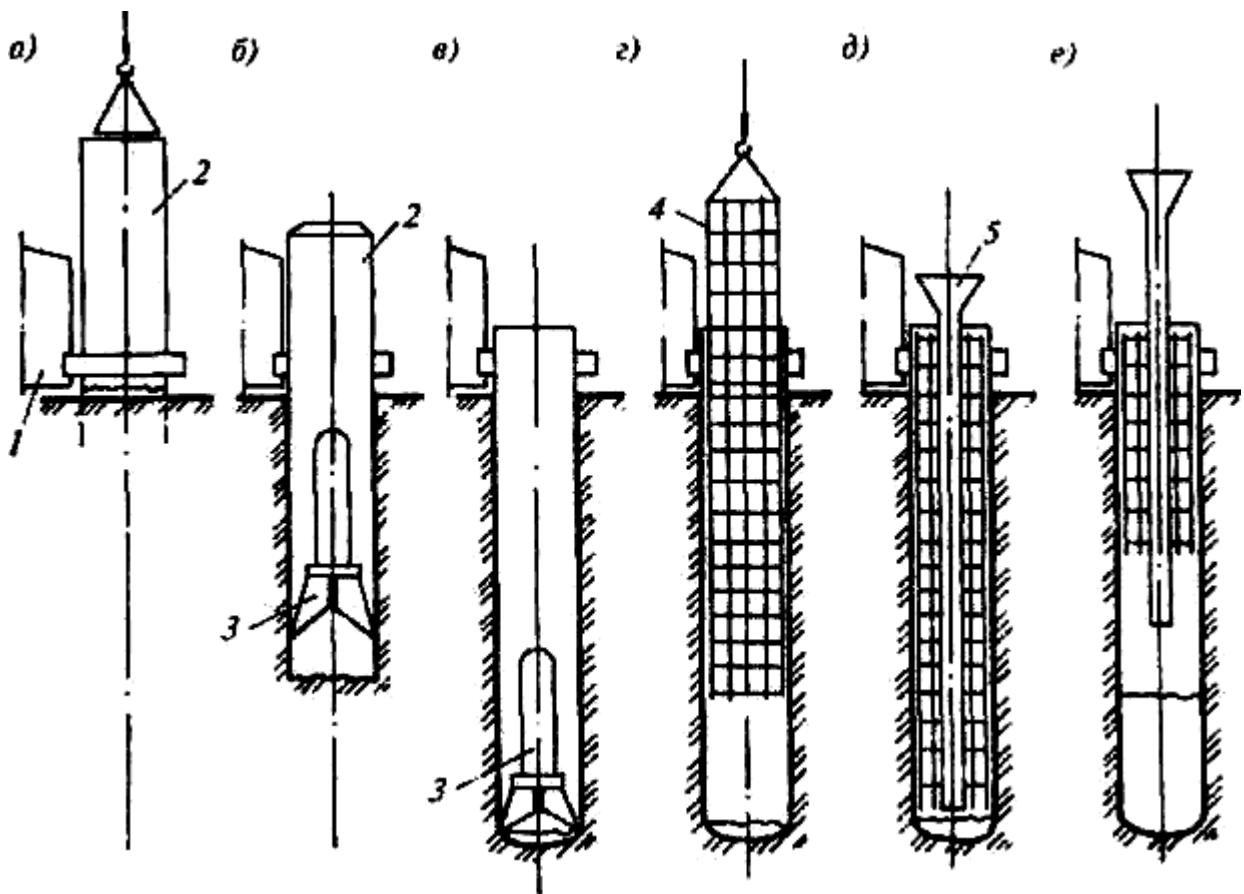


Рис.12. Технологическая схема устройства буронабивных свай диаметром 2...3,5 м:  
а - установка бурового станка; б- проходка скважины; в- зачистка забоя; г- установка арматурного каркаса,  
д- установка бетонолитной трубы; е- бетонирование сваи; 1 - буровая установка; 2- обсадная труба; 3 -грейферный ковш;  
4 -арматурный каркас; 5- бетонолитная труба

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1. Технологическая карта составлена на процесс устройства буронабивных свай в водонасыщенных грунтах для малоэтажных зданий и сооружений, в том числе при их реконструкции в условиях плотной городской застройки.

1.2. В качестве объекта-представителя при разработке карты принят свайный фундамент из буронабивных свай с уширенным основанием из втрамбованного щебня, длиной 6 м и диаметром 325 мм.

1.3. Работы выполняются в летний период.

1.4. При привязке технологической карты к конкретному объекту и условиям строительства определяют объемы работ, калькуляцию затрат труда и график выполнения работ.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

### 2.1. Подготовительные работы

2.1.1. Подготовительные работы включают:

уточнение расположения инженерных коммуникаций в пределах расположения свай (свайного поля);

удаление асфальтовых, бетонных и др. прочных (твердых) покрытий;

уточнение расположения наружных граней существующих фундаментов зданий (в условиях плотной застройки и реконструкции);

разбивку осей свай.

2.1.2. Разбивка осей свай выполняется с точностью  $\pm 10$  мм с закреплением их на прилегающих стенах здания смываемой краской и на асфальтобетонном покрытии с помощью штырей или несмываемой краской.

2.1.3. В процессе производства работ ведется "Журнал изготовления буронабивных свай с уширенным основанием из щебня" (приложение, форма 1).

2.1.4. На начальном этапе рекомендуется выполнить опытные работы по отработке технологии втрамбовывания щебня в нижнюю часть скважины и необходимого количества ударов трамбовки, времени для втрамбовывания щебня, общего понижения и "отказа" и др.

параметров, в т.ч. оптимальной высоты сбрасывания трамбовки с учетом возможных динамических воздействий.

2.1.5. Все работы выполняются с учетом требований СНиП 3.02.01-87, СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002 и др. нормативных документов по технике безопасности в строительстве.

## **2.2. Технологическая схема устройства буронабивных свай с уширенным основанием из втрамбованного щебня**

2.2.1. Технология изготовления свай включает следующие основные операции (рис.13):

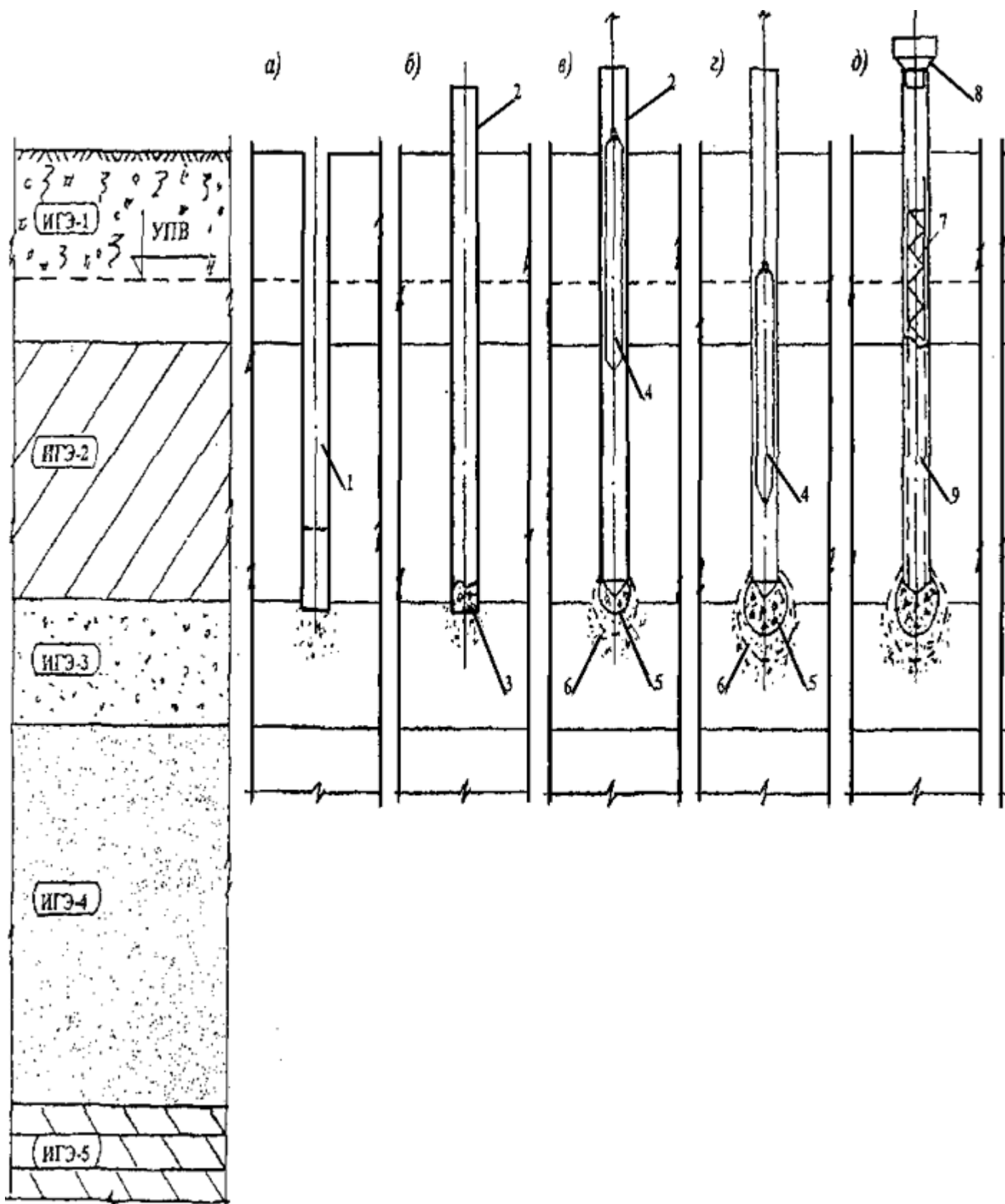


Рис. 13 Технологическая схема устройства буронабивной сваи (БСИу)  
 1 - скважина; 2 - обсадная труба; 3 - сухая бетонная смесь; 4 - трамбующий снаряд; 5 -

маловодопроницаемая бетонная пробка;  
6 - уплотненная зона; 7 - арматурный каркас; 8 - воронка; 9 - литой бетон; 10 - буронабивная свая

а) установка бурового станка на ось скважины с последующим бурением скважины (1) в пределах асфальтобетонного покрытия буровой коронки, а ниже шнеком диаметром 325 мм до несущего слоя (ИГЭ-3) и заглублением в него не более, чем на 10 - 15 см. При этом верхний асфальтобетонный слой выполняет роль кондуктора.

Бурение скважин и устройство буронабивных свай производят, как правило, через одну с возвращением на пропущенные скважины после окончания схватывания бетонной смеси в выполненных сваях, но не ранее чем через 24 часа или набора прочности бетоном не менее 25 % от проектной;

Основные данные по бурению скважин заносят в соответствующие графы "Журнала изготовления буронабивных свай с уширенным основанием из щебня" (приложение, форма 1).

б) установка в скважину (1) обсадной трубы (2) диаметром 325 мм длиной 8 м с частичным задавливанием ее в несущий слой грунта (ИГЭ-3) с последующей откачкой воды из скважины насосом типа "Гном" и частичной зачисткой забоя желонкой, после чего в скважину отсыпается порция сухой бетонной смеси (3) на высоту 35 - 40 см объемом  $0,025 - 0,035 \text{ м}^3$ ;

в) подъем обсадной трубы (2) на высоту 20 - 35 см и втрамбовывание трамбуемым снарядам (4) сухой бетонной смеси в забой скважины до уровня первоначальной глубины скважины, в результате чего в нижней части скважины создается маловодопроницаемая бетонная пробка-уширение (5) и уплотненная зона (6), практически полностью исключаящие в последующем приток воды в скважину (1);

г) послойная отсыпка при поднятой трамбовке щебня и втрамбовывание его в дно скважины (1) трамбовкой (4) до состояния "отказа". Объем каждой порции отсыпаемого щебня составляет  $0,020 - 0,025 \text{ м}^3$ , т.е. на высоту 30 - 35 см. Для создания уширения (5) используется щебень крупностью 20 - 40 мм и прочностью не менее 30 МПа. За состояние "отказа" принимают понижение уплотняемой поверхности равным 0,8 - 1 см за 1 удар трамбовки. В результате втрамбовывания 3 - 4 порций вначале сухой бетонной смеси, а затем щебня в нижней части скважины создается уширенное основание (5) свай диаметром до 0,45 м и высотой до 0,50 м, а также уплотненная зона (6).

В процессе отсыпки и втрамбовывания щебня замеряются, вычисляются и заносятся в "Журнал ..." основные параметры, указанные в соответствующих графах. Эти параметры определяются следующим образом: высота сбрасывания трамбовки по меткам, наносимым на трос с точностью  $\pm 10$  см; полная величина понижения щебня по разности между данными граф 15 и 11; количество ударов (графа 14) непосредственным их подсчетом; величина "отказа"  $S^a$  (графа 17) как средняя величина понижения поверхности щебня на последних 5

ударах трамбовки.

В том случае, если 1-я порция щебня полностью втрамбована в грунт, то необходимо приступить к втрамбовыванию 2-й порции щебня до состояния "отказа".

д) установка в скважину (1) внутри обсадной трубы (2) арматурного каркаса (7) с его частичным задавливанием в уширение (5) и заливка в скважину через воронку (8) литого бетона (9) с осадкой конуса 18 - 20 см класса В15 путем свободного его сброса на проектную высоту.

Арматурные каркасы перед их установкой в скважины должны быть очищены от ржавчины и грунта. Основные параметры по установке арматурных каркасов в скважины заносит в графы 18, 19 "Журнала ...".

е) извлечение обсадной трубы (2), в т.ч. с вибрацией, и образование буронабивной сваи (10) с последующим удалением верхнего слоя грунта и устройством ростверка.

В зависимости от конкретных грунтовых условий и оснастки бетонирование ствола сваи может осуществляться после извлечения обсадной трубы или с одновременным ее извлечением.

Не допускаются перерывы в укладке бетонной смеси в скважину на время не более 0,5 часа.

Верхняя опорная часть свай в случае отрывки котлована до отметки низа подготовки под ростверк бетонируется в специальном оголовке.

Бетон готовится на месте в малогабаритной бетономешалке.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ**

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

а) планово-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" (см. приложение, форма 1).

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 по п. 3.3;

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 (см. приложение, форма 2);

б) приемки свайного поля из буронабивных свай для бетонирования ростверков (см. приложение, форма 3).

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 м<sup>3</sup>/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 см<sup>2</sup> 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 буроинъекционных 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 буроинъекционных 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 буроинъекционных свай должен быть указан в проекте.

Заполнение скважин буроинъекционных 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, таблица 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 кон дукт оро м, мм
		10	5
		20	10

	св. 1,0	30	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	Измерительный, каждая свая
4	<p>Положение в плане забивных свай диаметром или стороной сечения до 0,5 м включ.:</p> <p>а) однорядное расположение свай:</p> <p>поперек оси свайного ряда;</p> <p>вдоль оси свайного ряда;</p> <p>б) кустов и лент с расположением свай в два и три ряда:</p> <p>крайних свай поперек оси свайного ряда;</p> <p>остальных свай и крайних свай вдоль свайного ряда;</p> <p>в) сплошное свайное поле под всем зданием или сооружением:</p> <p>Крайние сваи;</p>	<p>0,2d</p> <p>0,3d</p> <p>0,2d</p> <p>0,3d</p> <p>0,2 d</p>	То же

	Средние сваи;	0,4 d	
	г) одиночные сваи;	5 см	
	д) сваи колонны	3 см	
5	Положение в плане забивных, набивных и буронабивных свай диаметром свай более 0,5 м:		“
	а) поперек ряда;	10 см	
	б) вдоль ряда при кустовом расположении свай;	15 см	
	в) для одиночных полых круглых свай под колонны	8 см	
6	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 забивных свай, кроме свай-стоек	2 %	Измерительный, 20% свай, выбран



			ных случайным образом	
		в) диаметр уширения;	10 см	То же
		г) вертикальности оси скважины	1 %	“
10		Расположение скважины в плане	По поз. 5	По поз. 5
11		Сплошность ствола свай, выполненных методом подводного бетонирования	Без нарушений сплошности	Измерительный, испытание образцов, взятых из выбуренных в сваях кернов
12		Сплошность ствола полых	Ствол сваи не	Виз

	набивных свай	должен иметь вывалов бетона площадью 100 см <sup>2</sup> или обнажении рабочей арматуры	уаль ный, каж дая свая
13	Глубина скважин под сваи стойки, устанавливаемые буроопускным способом, для ростверка:	Отклонения не должны превышать, см:	Изм ерит ельн ый, каж дая свая по отм етке голо вы сваи , уста нов лен ной в сква жин у
	а) монолитного;	+5, -20	
	б) сборного	+3, -20	
14	Требования к головам свай, кроме свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка (платформенный стык)	Торцы должны быть горизонтальными с отклонениями не более 5 мм, ширина сколов	Тех нич ески й осм отр,

		бетона по периметру свай 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	каждая свая
15	Требования к головам свай, на которые нагрузки передаются непосредственно без оголовка (платформенный стык)	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	То же
16	Монтаж сборных ростверков:	Смещение относительно разбивочных осей, мм	Отклонения в отметках поверхности, мм

			мм
	а) фундаменты жилых и общественных зданий;	10	5
	б) фундаменты промышленных зданий	20	10
17	Смещение осей оголовка относительно осей свай	10 мм	То же, каждый оголовок
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	Измерительный каждый ростверк
21	Толщина растворного шва безростверковых свайных фундаментов:	Должна быть, мм не более:	То же
	Между плитой и оголовком;	30	

между стеновой панелью и оголовком

20

$d$  - диаметр круглой сваи 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 \_\_\_\_\_

п/п	Контролируемые параметры	Значения параметров, допуски и отклонения
1	2	3
1	Соответствие материалов требованиям проекта, ГОСТ	Паспорта, сертификаты
2	Освидетельствование скрытых работ	Акт
3	Предельные отклонения: установки на место	

	погружения свай с кондуктором, с размером свай по диагонали или диаметру (d):	5 мм;
	- до 0,5 м;	12 мм
	- от 0,6 до 1 м	
4	Вертикальность оси забивных свай кроме свай-стоек	20% свай
5	Отметка голов свай:	
	с монолитным ростверком;	3 см;
	с сборным ростверком;	1 см;
	безростверковый фундамент со сборным оголовком;	5 см;
	свай-колонны	3 см
6	Установки на место погружения свай без кондуктора, с размером свай по диагонали или диаметру (d):	10 мм;
	- до 0,5 м;	20 мм;
	- от 0,6 м до 1 м;	
	- свыше 1 м	30 мм;

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

Определение  $K_k = \frac{\sum_{i=1}^n Kk_j}{n} =$

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

Значимость дефектов:

из них значительных (З) -

малозначительных (М) -

Обследование провели:

---



---



---

**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.14).

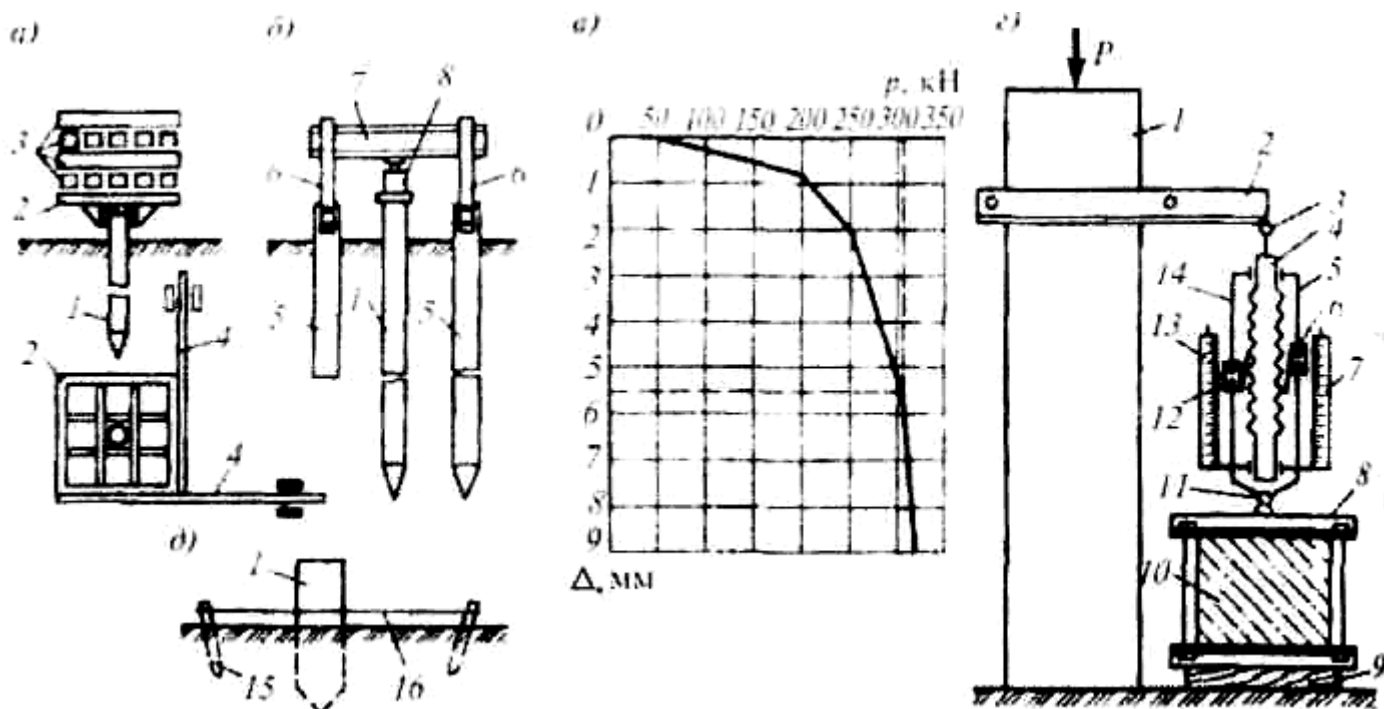


Рис.14. Определение несущей способности свай:

- 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 -кольшки, 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.15) состоит из базовой машины 8, навесного бурового и кранового оборудования.

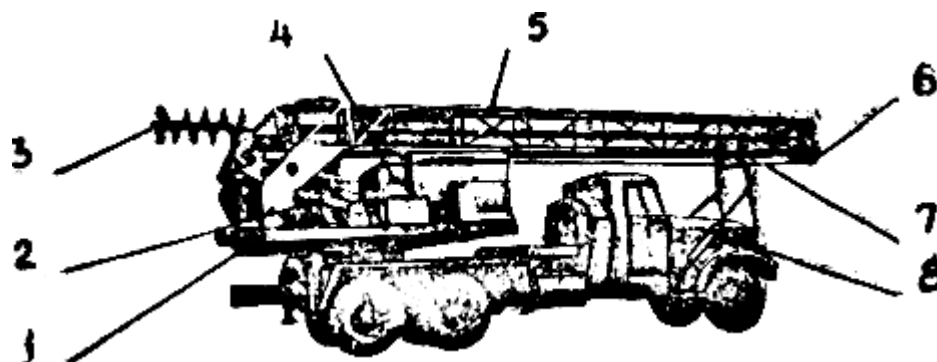


Рис.15. Бурильно-крановая машина БМ-802С:

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.15) и тракторные на гусеничных и пневмоколесных (рис.16) тракторах.

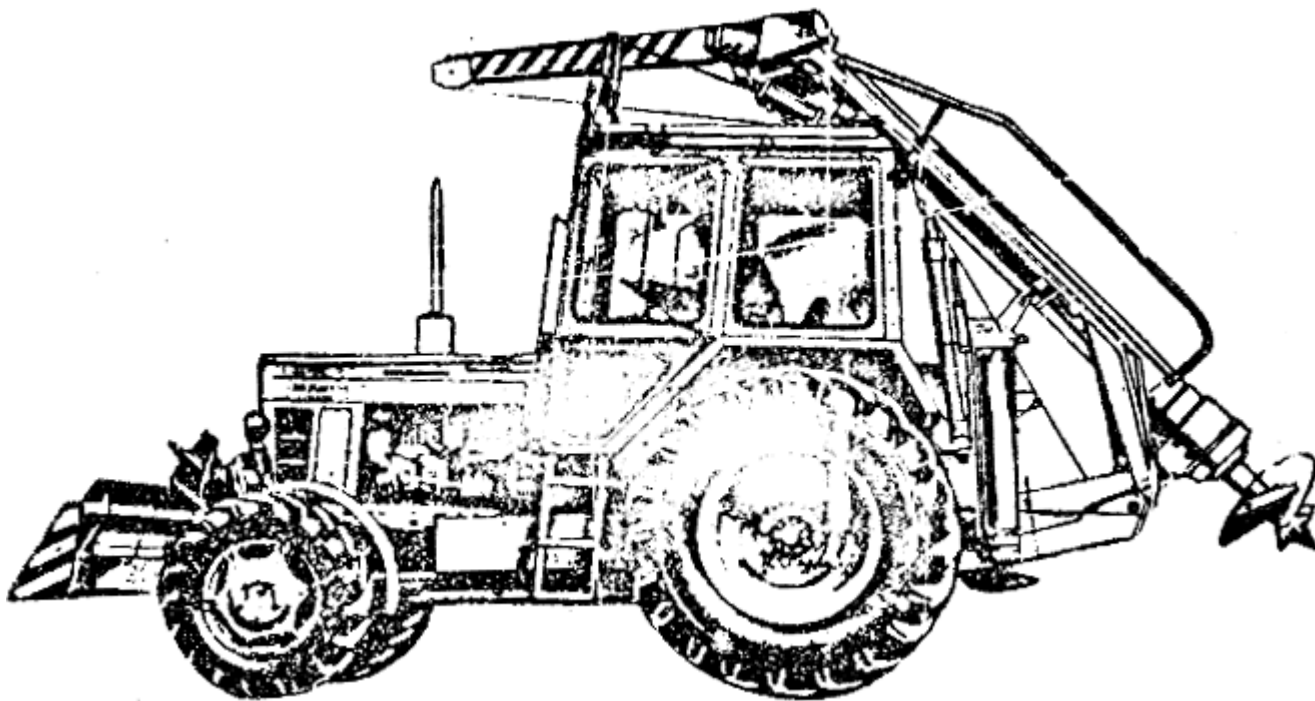


Рис.16. Машина бурильно-крановая БМ-205Б

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.17) и т.д.

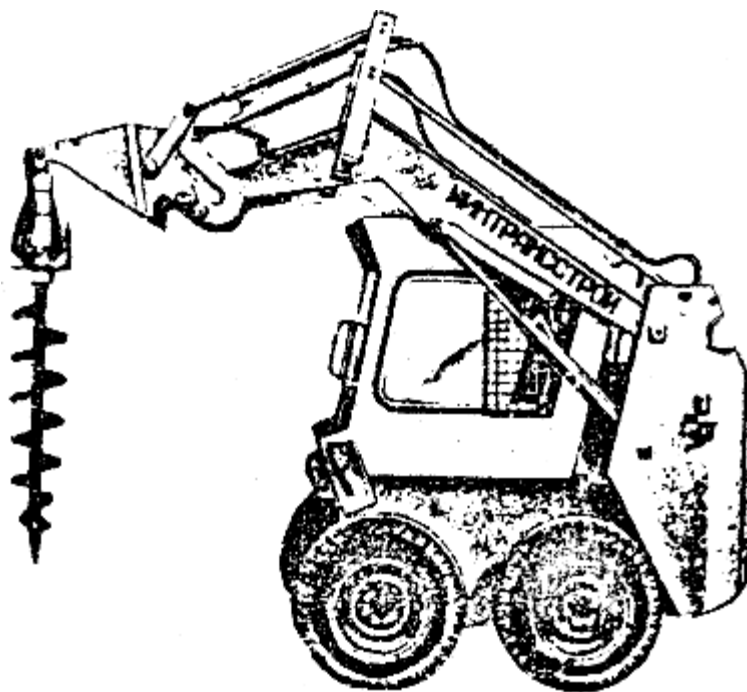


Рис.17. Сменное бурильное оборудование на многоцелевом малогабаритном погрузчике

## **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 1 м 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**

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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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.

**ЖУРНАЛ  
изготовления буронабивных свай с уширенным основанием из щебня**

(с N \_\_\_ по N \_\_\_)

Начало \_\_\_\_\_ Окончание \_\_\_\_\_

1. Тип бурового станка (оборудования) \_\_\_\_\_
2. Обсадная труба: длина \_\_\_\_\_ диаметр (наружный/внутренний) \_\_\_\_\_
3. Трамбовка для уплотнения щебня: диаметр \_\_\_\_\_ масса \_\_\_\_\_
4. Щебень для создания уширения: фракция \_\_\_\_\_ прочность \_\_\_\_\_

N пп.	N порции щебня	Дата, смена	Абсолютная отметка поверхности (котлована)

1	2	3	4	


Исполнитель:  
должность \_\_\_\_\_  
Ф. И. О.

Замечания контролирующих  
организаций  
\_\_\_\_\_

Форма 2

**АКТ N \_\_\_\_**  
**освидетельствования и приемки буровых**  
**скважин и арматурных каркасов**  
**для буронабивных свай N \_\_\_\_**

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Мы, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*(представители заказчика,*  
*генподрядчика, исполнителя работ,*

авторского надзора)

произвели освидетельствование  
скважины под сваи N

на строительной площадке

(н  
именование объекта)

При этом установлены следующие  
данные:

N свай	Диаметр скважины, м	Отметка поверхности котлована	Отметка низа 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 N \_\_\_\_**

**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 буронабивных 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 подготовил Демьянов А.А.