ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ УССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, УСТРОЙСТВУ И ПРИЕМКЕ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

РСН 263—74

КИЕВ—1974

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ УССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, УСТРОЙСТВУ И ПРИЕМКЕ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

РСН 263 — 74

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров УССР
по делам строительства 4 июня 1974 г.
приказом № 135

КИЕВ — 1974

УДК 624.154.34/083.75/

"Указания по проектированию, устройству и приемке фундаментов из буронабивных свай"/РСН 263-74/разработаны в развитие и дополнение глав СНиП II-Б.5.67[x] "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и СНиП III-Б.6-62[xx] "Фундаменты и опоры из свай и оболочек. Шпунтовые ограждения. Производство и приемка работ".

С вводом в действие настоящих Указаний отменяются: "Указания по проектированию, устройству и приемке свай с камуфлетной пятой" /РСН 130-64/; "Временные технические указания по проектированию и возведению фундаментов на буронабивных сваях с уширенной пятой" /ВТУ 189-69/ и "Дополнения к РСН 130-64 и ВТУ 189-69" /РСН 237-72/.

Указания разработаны Научно-исследовательским институтом строительного производства Госстроя УССР /кандидаты техн.наук Д.А.Романов, В.С.Пушкаревич и инж. А.Т.Осадчий/, Научно-исследовательским институтом строительных конструкций Госстроя СССР /кандидаты техн.наук Н.С.Метелюк и Г.Ф.Шишко/, Киевским инженерно-строительным институтом /кандидаты техн.наук Г.П.Таланов и П.П.Лычев/, Киевским зональным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий Госгражданстроя при Госстрое СССР /инж.К.Д.Романов/, трестом Укрбурвод Укрглавспецстроя Минмонтажспецстроя УССР /инженеры Н.В.Гудзенко и Р.А.Ярощук/, трестом Укргидроспецфундаментстрой Укрглавспецстроя Минмонтажспецстроя УССР /инженеры Г.Д.Давыдов и В.Е.Коваль/.

Научный руководитель работы канд.техн.наук Д.А.Романов.

© Научно-исследовательский институт строительного производства Госстроя УССР /НИИСП/, 1974.

Государственный комитет Совета Министров УССР по делам строительства	Республиканские строительные нормы	РСН 263-74
	Указания по проектированию, устройству и приемке фундаментов из буронабивных свай	Взамен РСН 130-64, ВТУ 189-69 и РСН 237-72

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Указания распространяются на проектирование, устройство и приемку фундаментов из буронабивных свай-опор, применяемых в промышленном, жилищно-гражданском и сельском строительстве.

Примечание. Указания не распространяются на проектирование и устройство набивных свай в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях, в районах вечной мерзлоты и развития карста.

I.2. При проектировании свайных фундаментов, кроме настоящих Указаний, следует руководствоваться также соответствующими рекомендациями глав СНиП П-А.II-62 "Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования", СНиП П-Б.I-62^{X} "Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования", СНиП П-А.I0-7I "Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования", СНиП П-В.I-62^{X} "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования", СНиП I-Б.3-62 "Фундаменты и опоры из свай и цилиндрических оболочек. Сборные конструкции", СНиП Ш-Б.I-7I "Земляные сооружения. Правила производства и приемки работ", СНиП Ш-В.I-70 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ", СНиП Ш-А.II-70 "Техника безопасности в строительстве".

2. ВИДЫ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.I. Буронабивные сваи по характеру работы в грунте подразделяют на сваи-стойки и висячие сваи.

К сваям-стойкам относятся сваи, опирающиеся практически на несжимаемые грунты /скальные, крупнообломочные породы, пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные, а также глинистые грунты твердой консистенции/. Такие сваи передают нагрузку

Внесены НИИСП Госстроя УССР и НИИСК Госстроя СССР	Утверждены Госстроем УССР 4 июня 1974 г. приказом № I35	Срок введения I августа 1974г.

на грунт через пяту, а сопротивление грунта по боковой поверхности ствола не учитывается.

К висячим относятся сваи, находящиеся в сжимаемых грунтах и передающие нагрузку на них через боковую поверхность и пяту.

2.2. Набивные сваи по характеру устройства в грунте подразделяются:

а/ по способу устройства скважины -

буронабивные /грунт вдоль ствола в процессе устройства свай не уплотняется/ - при бурении устойчивых связных грунтов насухо вращательным бурением или вибробурением специальными механизмами; при бурении сыпучих или водонасыщенных неустойчивых грунтов под глинистым раствором или под защитой скважины различными по материалу обсадными трубами; при устройстве скважин забивкой различных по материалу труб-оболочек с открытым нижним концом с извлечением грунта изнутри трубы;

штампованные /грунт вдоль ствола в процессе устройства свай уплотняется/ - скважины образуются забивкой, вибрацией или вдавливанием в грунт лидеров, а также разных по материалу оболочек с закрытым нижним концом и расширением скважин небольших диаметров взрывом удлиненных зарядов взрывчатого вещества /ВВ/;

б/ по наличию уширения - с уширением в основании ствола, разбуриваемым специальным механизмом /расширителем/, с камуфлетной пятой, образуемой энергией взрыва в забое скважины, с уширением, получаемым путем втрамбовывания в грунт бетонной смеси жесткой консистенции /типа Франки/;

в/ по материалу ствола - бетонные /с конструктивным размещением арматуры в верхней части ствола/, железобетонные /с арматурным каркасом по всей длине ствола/, трубобетонные из труб-оболочек с бетонным ядром, комбинированные, с железобетонной стойкой сплошного сечения заводского изготовления или железобетонной оболочкой /трубой/ на части длины ствола;

г/ по способу устройства ствола - монолитные /при бетонировании скважин на месте/, сборные /из свай заводского изготовления, погружаемых в грунт по скважине - для свай с уширенной пятой/ и с бетонным ядром /при заполнении полости погруженной в грунт оболочки бетонной смесью/;

д/ по геометрической форме поперечного сечения ствола - квадратные, круглые, сплошного сечения и пустотелые трубчатые;

е/ по положению оси ствола к горизонту - вертикальные и наклонные;

ж/ по расположению свай в плане - одиночные, кустовые и свайные поля, объединенные общим ростверком и работающие совместно.

2.3. Применение буронабивных свай различных видов рекомендуется для зданий и сооружений любого назначения при больших сосредоточенных вертикальных и горизонтальных нагрузках, а также при наличии сложных инженерно-геологических и других условий строительства, когда:

а/ в пределах строительной площадки отметки несущего слоя, пригодного в качестве основания, резко изменяются;

б/ несущий слой залегает под большой толщей слабых грунтов /связных с консистенцией $B > 0,6$, насыпных, торфов, просадочных и др./;

в/ необходима прорезка сваями разнородной насыпи с твердыми включениями /в виде разрушенных каменных, железобетонных и других конструкций/ или слоев твердых глинистых грунтов, плотных песков с галькой и часто встречающимися валунами, не позволяющих производить забивку или вибропогружение свай;

г/ площадки стеснены, сложно транспортировать и устанавливать забивные сваи;

д/ вблизи существующих зданий и сооружений, в которых от ударов или вибрации при погружении забивных свай могут возникнуть недопустимые деформации элементов несущих конструкций или оборудования;

е/ недопустимы шум, удары и вибрация /вблизи больниц, школ, театров и т.п./;

ж/ строительство ведется на оползневых склонах или необходимо укрепление последних;

з/ отсутствуют базы стройиндустрии по изготовлению забивных свай;

и/ усиляются фундаменты существующих зданий и сооружений;

к/ возводятся подземные сооружения методом "стена в грунте".

Примечание. Применение взрывов и вибропогружателей при устройстве свай в случаях, указанных в п.2.3, д-ж, исключается.

2.4. Тип уширений свай рекомендуется выбирать, исходя из следующих условий возможности их образования:

разбуриваемые - преимущественно в связных грунтах, неустойчивых /сыпучих и оплывающих/ - с применением глинистого раствора;

камуфлетные - в различных грунтах, кроме сыпучих песков, водонасыщенных пылеватых и илистых песков и супесей /обладающих плывунными свойствами/, а также крупнообломочных и скальных пород. Наиболее целесообразно устройство таких уширений в связных грунтах с коэффициентом консистенции $B \leq 0,5$;

втрамбованные - в песках средней плотности и в связных грунтах с $B = 0,4-0,5$.

2.5. Вид буронабивных свай по технологическим условиям выбирается с учетом рекомендаций раздела 5.

2.6. Применение буронабивных свай должно быть обосновано сравнениями технико-экономических показателей различных вариантов фундаментов.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

3.1. Объем и состав изыскательских работ для каждого объекта определяются программой, разработанной изыскательской или проектной организацией в соответствии с требованиями глав СНиП П-А.13-69 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения", СНиП П-Б.5-67^{X} "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и настоящего раздела Указаний.

3.2. В комплекс изысканий для проектирования свайных фундаментов входят следующие работы: бурение скважин диаметром не менее 150 мм и проходка шурфов с обязательным отбором образцов грунта ненарушенной структуры и проб грунтовой воды; лабораторные исследования грунтов и грунтовых вод; зондирование грунтов /особенно песков и связных грунтов текучей консистенции/; статические испытания свай и штампов, искусственное замачивание просадочных и набухающих толщ.

Примечание. Проходка шурфов, зондирование грунтов и статическое испытание свай и штампов с замачиванием основания назначаются при наличии соответствующего обоснования.

3.3. Глубина бурения назначается после изучения архивных материалов различных изысканий в данном районе и по результа-

тем контрольного бурения не менее 2-4 скважин глубиной не менее 15 м, заложенных в пределах пятна проектируемого объекта.

Отметка забоя разведочных скважин должна выбираться, исходя из следующих требований:

а/ располагаться в слое прочного грунта, подстилающего слои рыхлого песка, связного грунта с $B > 0,6$ или заторфованные, насыпные, просадочные и набухающие толщи;

б/ заглубляться ниже предполагаемой отметки пяты свай не менее чем на 5 м. При нагрузке на свайный фундамент свыше 300 т половина всех скважин пробуривается до подошвы опорного грунтового пласта, но не менее чем на 10 м глубже предполагаемой отметки заложения пяты свай.

При необходимости заделки свай в скальные грунты глубина скважин принимается на 1,5 м ниже отметки пяты свай.

3.4. Образцы грунта для лабораторного анализа отбираются по глубине во всех характерных напластованиях выше и ниже отметки заложения пяты свай.

При лабораторном исследовании грунтов обязательно определяются следующие физико-механические характеристики: объемный вес, естественная весовая влажность, коэффициент естественной пористости, удельный вес, объемный вес скелета, гранулометрический состав песков, пределы пластичности и консистенция связных грунтов, параметры прочности /угол внутреннего трения и удельное сцепление, модуль общей деформации, показатели просадочности и набухания /.

Для просадочных грунтов должны быть определены:

относительная просадочность при природном и избыточном давлении не менее 3 кг/см^2 по всей глубине просадочной толщи;

тип грунтовых условий по просадочности /по номенклатуре СНиП П-Б.2-62^{X} "Основания и фундаменты зданий и сооружений на просадочных грунтах. Нормы проектирования"/.

Механические свойства грунтов должны определяться в естественном состоянии и при полном водонасыщении.

3.5. При проведении на площадке зондирования на геологических разрезах должны быть нанесены графики зондирования.

3.6. Статические испытания свай производятся в соответствии с разделом 4.

4. СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ СВАЙ

Общие требования

4.1. Статические испытания буронабивных свай и свай-оболочек с бетонным ядром проводятся с целью определения их несущей способности и деформаций /перемещений/ для проектирования свайных фундаментов, а также оценки технологии устройства и качества работ.

4.2. Статические испытания свай назначаются во всех характерных местах геологического разреза строительной площадки и вертикального разреза сооружения не менее чем с двухкратной повторяемостью. К таким местам относятся участки:

а/ резкого искривления пластов грунта;

б/ резкого изменения физико-механических свойств /в том числе появления грунтовой воды/;

в/ появления слоев и пропластков более слабых грунтов чем вышележащие;

г/ пестрого, незакономерного напластования разноименных слоев грунта;

д/ изменения отметки заложения подошвы низкого ростверка больше чем на 3 м, вызывающие назначение разной длины свай.

4.3. Для крупных объектов в сложных инженерно-геологических условиях должны выполняться комплексные испытания свай с раздельным определением сопротивления грунта по боковой поверхности ствола P_f и под пятой P_e .

Испытания свай в просадочных грунтах II типа должны включать возможность определения отрицательного /негативного/ сопротивления грунта по боковой поверхности ствола при искусственном замачивании основания в соответствии с указаниями пп.4.40 и 4.41.

4.4. Задание на испытание свай статической нагрузкой выдается проектной организацией по форме И-I /приложение I/.

4.5. Испытание опытных свай производится до разработки рабочих чертежей.

4.6. Контрольные испытания рабочих свай выполняются в процессе производства работ по требованию технадзора при приемке свай.

4.7. Количество статических испытаний свай определяется программой в зависимости от геологических и гидрогеологических условий площадки, типа свай, конструктивной схемы сооружения и результатов испытаний на смежных площадках.

Количество свай, подвергаемых испытаниям, назначается до 1% общего количества свай на данном объекте, но не менее 2 шт. на отдельное здание или сооружение.

При застройке микрорайонов или кварталов указанное количество опытных свай может быть принято на группу зданий с однотипными свайными фундаментами, возводимыми в аналогичных инженерно-геологических условиях.

4.8. Статические испытания свай при всех видах нагрузок выполняются в соответствии с ГОСТ 5686-69 "Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний".

Подготовка к испытаниям

4.9. К испытаниям свай разрешается приступать не ранее приобретения бетоном ствола проектной прочности. Срок начала испытаний свай должен определяться по результатам испытаний стандартных бетонных образцов, изготовленных при бетонировании сваи.

4.10. Оголовки опытных и контрольных свай должны быть армированы или включены в металлическую обойму /трубу/ с заглублением последней на 50 см ниже уровня грунта и выводом над поверхностью земли на высоту не менее 40 см.

4.11. Торец испытываемой сваи должен быть ровным и горизонтальным. Если эти условия не выполнены, то за 5-6 дней до испытания на него следует уложить металлическую плиту толщиной 20-30 мм на цементном растворе марки 100.

4.12. Выпуски арматуры анкерных свай должны быть строго вертикальными и ровными. При наличии изогнутых выпусков арматуры их следует предварительно выпрямить.

4.13. При проведении испытаний в зимнее время грунт в местах испытаний следует отогревать на всю глубину промерзания в радиусе $1+0,5d$ при вертикальной нагрузке и $2+0,5d$ - при горизонтальной / d - диаметр сваи, м/.

4.14. Манометры, прогибомеры и другие приборы, применяемые для измерения величины нагрузки и деформаций /перемещений/

должны быть предварительно протарированы, а гидросистема силоизмерителя проверена на стабильность давления.

4.15. Подготовка и проведение испытаний должны выполняться с соблюдением правил техники безопасности, установленных для соответствующих видов работ.

Документация по результатам испытаний

4.16. По результатам статических испытаний составляется следующая документация:

а/ геологический разрез, соответствующий месту испытания;

б/ результаты определения физико-механических свойств грунтов, прорезаемых сваями и залегающих ниже подошвы пяты не менее чем на 5 м;

в/ журнал испытаний каждой сваи по форме И-2 /приложение 2/;

г/ графики зависимости осадок или перемещений сваи от нагрузки в масштабе: для осадки 1 см = 1 см; горизонтального перемещения 1 см = 2 мм, нагрузки 1 см = 5 + 10 т;

д/ акт о проведении испытаний за подписями представителей "заказчика", изыскательской или проектной организации, строительной организации и научно-исследовательского института, если представители последнего принимали участие в испытаниях. В акте должны быть кратко указаны: вид свай, их размеры, армирование, глубина заложения, способ устройства, характерные особенности проведения испытаний, их конечные результаты и предложения;

е/ заключение о несущей способности испытанных свай с определением предельных и расчетных /допустимых/ нагрузок.

Испытание свай осевыми вдавливающими нагрузками

4.17. Схему загрузочного устройства при статических испытаниях свай вертикальной вдавливающей нагрузкой следует принимать в зависимости от величины расчетной нагрузки на сваю и наличия упорных конструкций, платформ и пригруза.

4.18. При нагрузке на сваю до 100 т испытание следует проводить либо с применением платформы и штучного груза для упора гидродомкрата /рис.1/ - при наличии платформы и груза, либо с помощью гидродомкрата, упорной балки и двух анкерных свай/рис.2/.

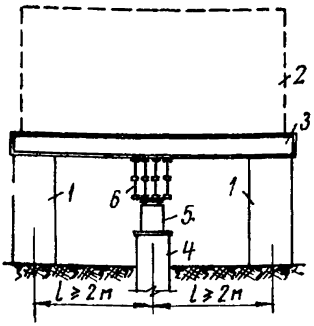


Рис.I. Схема загрузочной платформы:
I - опоры платформы; 2 - штучный груз; 3 - перекрытие из двутавровых балок; 4 - испытываемая свая; 5 - гидродомкрат; 6 - упорная балка.

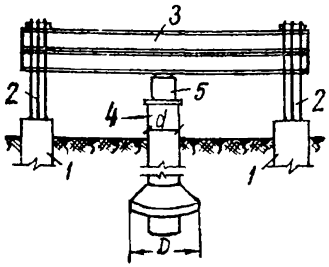
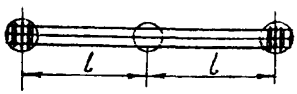


Рис.2. Схема испытательной установки с двумя анкерными сваями:
I - анкерные сваи; 2 - тяги; 3 - упорная балка; 4 - испытываемая свая; 5 - гидродомкрат. Для свай без уширений $l \geq 3d$ при наличии уширенной пяты $l \geq 2D$.



Сопротивление последних выдергиванию должно быть больше ожидаемой предельной нагрузки на испытываемую сваю.

4.19. При нагрузке на сваю до 200 т и невозможности анкеровки сваями следует применять консольную загрузочную платформу /рис.3/, устанавливаемую на выравненную горизонтальную поверхность грунта вокруг испытываемой сваи.

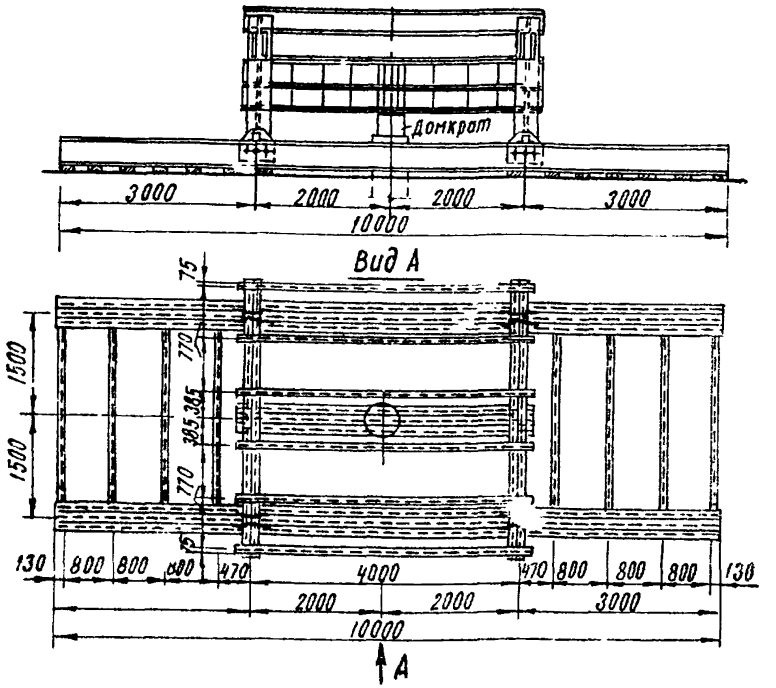
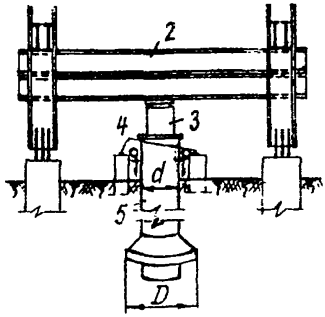


Рис.3. Конструктивная схема консольной загрузочной платформы при нагрузке на сваю до 200 т.

4.20. При нагрузке на сваю более 200 т применяется испытательная установка рамного типа с передачей реактивных усилий на анкерные сваи, количество которых должно быть не менее четырех /рис.4 и 5/.

Примечания: 1. Количество анкерных свай зависит от грунтовых условий, глубины заложения и диаметра уширений и должно определяться расчетом. При передаче усилий свыше 500 т количество свай может быть увеличено до 8-16шт. 2. При недостаточной анкеровке рекомендуется пригруз испытательной установки различными грузами/стальными плитами, балками, блоками и т.п./.



Вид сверху

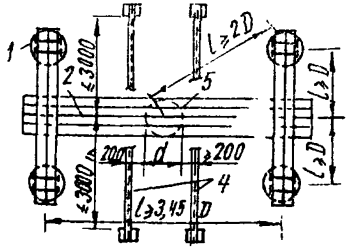


Рис.4. Схема монтажа испытательной установки при кустовом расположении анкерных свай:

I - анкерные сваи; 2 - упорная балка; 3 - гидродомкрат; 4 - балки для крепления прогибомеров; 5 - испытываемая свая.

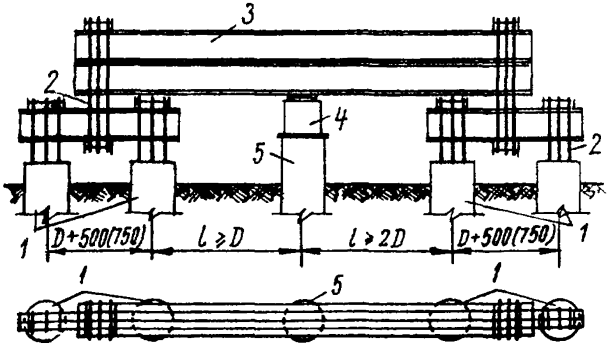


Рис.5. Схема установки при рядовом расположении анкерных свай:

I - анкерные сваи; 2 - тяжи; 3 - упорная балка; 4 - гидродомкрат; 5 - испытываемая свая.

4.21. Арматурный каркас анкерной сваи должен заходить в уширенную пяту до ее подошвы и располагаться в плане в соответствии с конструкцией упорной системы и профилем стойки испытательной установки. Количество и сечение анкерных арматурных стержней должно приниматься по расчету в зависимости от величины выдергивающих усилий с коэффициентом запаса прочности не менее 1,5.

4.22. Загрузочные устройства и анкерные сваи должны рассчитываться на усилия, соответствующие полуторной несущей способности испытываемой сваи по материалу ствола с учетом коэффициента перегрузки 1,2.

4.23. При статических испытаниях рабочих свай нагрузка на них не должна превышать расчетную, умноженную на коэффициент 1,1–1,15.

4.24. Несущая способность сваи по грунту P, т по результатам статических испытаний вдавливающей нагрузкой определяется по формуле

$$P = \kappa m P'',$$

где κ – коэффициент однородности грунта, равный 0,7;

m – коэффициент условий работы, равный 1,0;

P'' – нормативное сопротивление, равное предельной нагрузке на сваю, т.

За предельную принимается нагрузка, соответствующая резкому изменению кривой на графике зависимости осадки от нагрузки. Если на графике нет резкого изменения кривой вплоть до критической нагрузки, то за предельную принимается нагрузка, предшествующая критической на одну ступень или меньшая критической на 10–13%. При этом за критическую принимается такая нагрузка, при которой происходит срыв или оседание сваи без увеличения нагрузки и достигается общая осадка сваи не менее 80–100 мм. Критическое состояние считается также наступившим, когда при нагрузке, увеличиваемой ступенями, общая осадка сваи составляет более 40 мм, а величина осадки за последнюю ступень превышает величину осадки за предшествующую ступень в 5 раз и более или при меньшей разнице, если осадка не затухает в течение одних суток и более.

Для свай больших сечений /0,6 м и более/ или с уширенной пятой предельную нагрузку следует ограничивать предельной величиной осадки, равной 80 мм для фундаментов зданий и сооружений, малочувствительных к неравномерным осадкам /дымовые трубы, водонапорные башни, элеваторы и др./ и 40 мм - для жилых, общественных и промышленных зданий. При этом осадка сваи, соответствующая расчетной нагрузке, не должна превышать 20 мм.

Примечание. Испытания опытных свай, опертых на плотные пески или глинистые грунты твердой консистенции, могут быть прекращены при осадках менее 40 мм при условии доведения нагрузки до полуторной расчетной по материалу ствола, которая принимается за предельную.

Испытание свай горизонтальными нагрузками

4.25. Схема загружения при статических испытаниях горизонтальной нагрузкой принимается в зависимости от вида испытаний и наличия неподатливых опор вблизи испытываемой сваи.

4.26. При испытании одной сваи, вблизи которой имеется неподатливая опора, способная воспринять полуторную несущую способность сваи на изгиб по материалу ствола, рекомендуется применять схему загружения с использованием этой опоры и распорной балки /рис.6/.

Несущая способность упорной балки должна соответствовать величине максимальной испытательной нагрузки и рассчитываться на полуторную несущую способность сваи на изгиб по материалу ствола с учетом коэффициента перегрузки 1,2.

4.27. При испытании одной или двух свай до заданной величины горизонтального перемещения и отсутствии вблизи них неподатливых жестких опор загрузочное устройство /домкрат и упорная балка на катках/ располагается между двумя сваями /рис.7/.

Примечания: 1. При испытании одной из свай до критической нагрузки должны измеряться горизонтальные перемещения каждой сваи.

2. Расстояние между осями испытываемых свай с уширенной пятой должно быть не менее $2D$ / D -диаметр уширения/.

4.28. При испытании одной сваи до критической нагрузки и отсутствии вблизи нее жесткой неподатливой опоры следует применять загрузочное устройство, состоящее из гидродомкрата, распорной балки и упорной, опирающейся на две сваи /рис.8/.

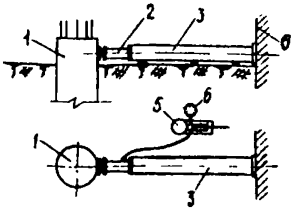


Рис.6.Схема испытания на горизонтальную нагрузку одной сваи:

I - испытываемая свая; 2 - гидродомкрат; 3 - распорная балка; 4 - опора; 5 - насосная станция; 6 - манометр.

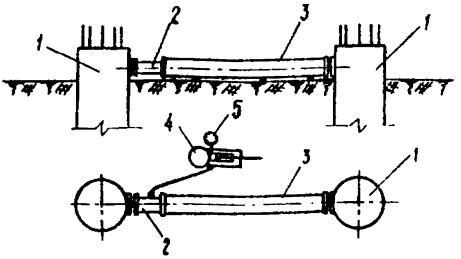


Рис.7.Схема испытания на горизонтальную нагрузку двух свай:

I - испытываемые сваи; 2 - гидродомкрат; 3 - распорная балка; 4 - насосная станция; 5 - манометр.

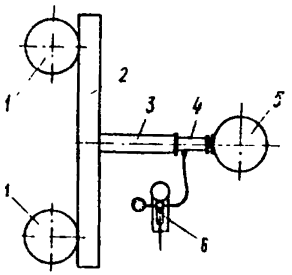


Рис.8.Схема комбинированного испытания на горизонтальную нагрузку одной сваи:

I - ранее испытанные сваи; 2 - упорная балка; 3 - распорная балка; 4 - гидродомкрат; 5 - испытываемая свая; 6 - насосная станция.

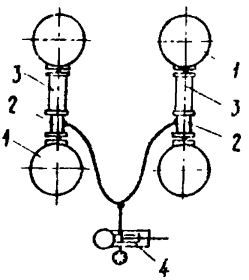


Рис.9.Схема испытания на горизонтальную нагрузку одновременно четырех свай:

I - испытываемые сваи; 2 - гидродомкраты; 3 - распорные балки; 4 - насосная станция.

4.29. При испытании четырех свай до заданной величины горизонтального перемещения следует применять одновременное загружение всех свай попарно враспор /рис.9/.

4.30. Горизонтальные перемещения сваи следует измерять на уровне приложения нагрузки и уровне поверхности грунта. При испытаниях свай в замоченных котлованах допускается определять перемещение сваи в уровне поверхности грунта по результатам измерений горизонтальных перемещений в двух уровнях выше воды.

4.31. В зависимости от назначения сваи и характера действующих на нее эксплуатационных нагрузок назначаются следующие виды испытаний: ступенчато-возрастающими нагрузками с выдержкой каждой ступени до условной стабилизации перемещений и полной разгрузкой после завершения загружения /рис.10,а/; ступенчато-возрастающими нагрузками с частичной разгрузкой на каждой ступени после условной стабилизации перемещений и полной разгрузкой после завершения загружения /рис.10,б/; ступенчато-возрастающими нагрузками с полной разгрузкой на каждой ступени после условной стабилизации перемещений /рис.10,в/.

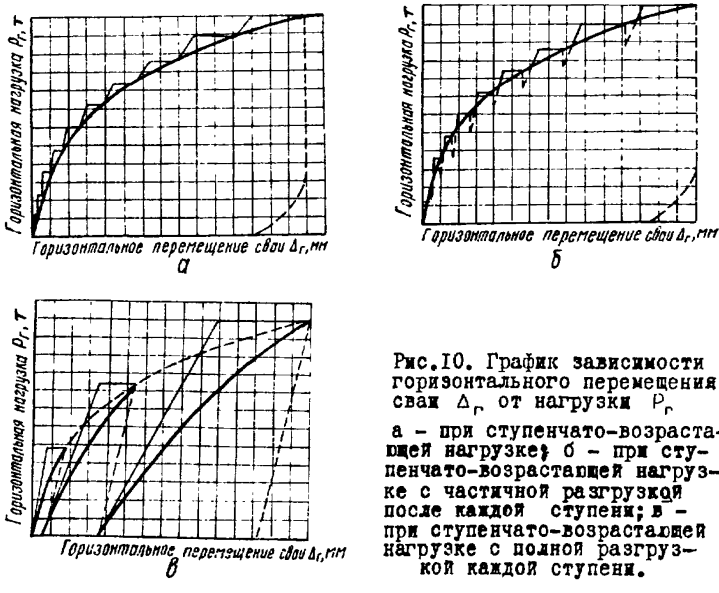


Рис.10. График зависимости горизонтального перемещения сваи $\Delta_г$ от нагрузки $P_г$

а – при ступенчато-возрастающей нагрузке; б – при ступенчато-возрастающей нагрузке с частичной разгрузкой после каждой ступени; в – при ступенчато-возрастающей нагрузке с полной разгрузкой каждой ступени.

4.32. Горизонтальная нагрузка на сваю должна доводиться до величины, вызывающей перемещение не менее 30 мм, за исключением случаев, когда сваи испытываются до заданной величины горизонтальных перемещений, и не более 10 мм при испытании рабочих свай, используемых в свайных фундаментах. Максимальная нагрузка для рабочих свай не должна превышать расчетной.

4.33. Несущая способность сваи P_r, т по результатам статических испытаний горизонтальной нагрузкой определяется по формуле

$$P_r = km P_r^n ,$$

где k – коэффициент однородности грунта, равный 0,7;

m – коэффициент условий работы, равный 1,0;

P_r^n – нормативное сопротивление, определяемое по графику зависимости горизонтального перемещения от нагрузки и принимаемое равным нагрузке, предшествующей на одну ступень критической, при которой величина перемещения непрерывно возрастает без увеличения нагрузки.

При контрольных испытаниях рабочих свай, испытываемых до заданной в проекте величины перемещения, но не более 10 мм, за несущую способность принимается нагрузка, соответствующая на графике заданной величине перемещения, а при отсутствии ограничения, – перемещению, равному 10 мм.

Испытание свай осевыми выдергивающими нагрузками

4.34. Испытание свай на выдергивающую нагрузку производится с помощью стальной балки, гидравлического домкрата с манометром, двух опорных балок и тягового приспособления с тяжами/рис.11/.

Примечание. Минимальное расстояние между осями опорных балок следует принимать равным $5 \div 6d$ или $3 \div 4D$ /для свай с уширением/, но не менее 4 м.

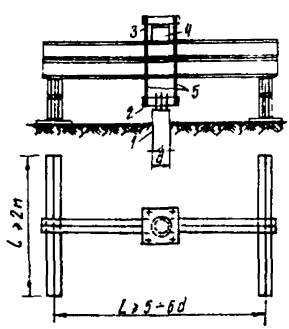


Рис.11. Схема установки для испытания свай на действие вертикальной выдергивающей нагрузки:

1 – испытываемая свая;
2 – нижняя плита анкера;
3 – упорная плита;
4 – гидродомкрат;
5 – тяжи.

4.35. В зависимости от назначения свай и особенностей действия выдергивающих нагрузок проводятся следующие виды испытаний:

ступенчато-возрастающей нагрузкой с выдержкой каждой ступени до условной стабилизации;

пульсирующей нагрузкой, возрастающей ступенями, причем в пределах каждой ступени производится нагрузка и полная разгрузка без выдержки до тех пор, пока не наступит условная стабилизация перемещений, которая считается наступившей, если в течение трех очередных циклов действия пульсирующей нагрузки перемещение возрастает не более чем на 0,1 мм;

знакопеременной нагрузкой, многократно изменяющейся в пределах каждой ступени от +Р /выдергивание/ до -Р /вдавливание/; переход на каждую последующую ступень производится после условной стабилизации перемещений на предыдущей ступени;

непрерывно возрастающей выдергивающей нагрузкой, причем перемещение измеряется от каждой ступени нагрузки без выдержки во времени до его условной стабилизации.

4.36. Расчетная несущая способность сваи $P_в$, т по результатам статических испытаний осевыми выдергивающими нагрузками определяется по формуле

$$P_в = к m P_в^н ,$$

где $к$ – коэффициент однородности грунта, равный 0,7;

m – коэффициент условий работы, принимаемый равным: при глубине заложения сваи в грунте 4 м и более – 0,8, при глубине заложения менее 4 м – 0,6;

$P_в^н$ – нормативное сопротивление, равное предельной нагрузке на сваю, определяемой по графику статического испытания и соответствующей нагрузке, предшествующей на одну ступень критической, при которой подъем сваи начинает непрерывно возрастать без увеличения нагрузки, причем величина подъема должна быть не менее 50 мм для свай без уширения и не более 20 мм – для свай с уширенной пятой.

Примечание. При испытании рабочих анкерных свай, используемых в фундаментах, максимальная выдергивающая нагрузка не должна превышать расчетную, принятую в проекте.

Особенности испытаний свай в просадочных грунтах

4.37. В случаях возможного аварийного замачивания просадочной толщи /для зданий и сооружений, оборудованных водопроводом и канализацией, промышленных цехов с мокрым технологическим процессом/ либо при возможном в период эксплуатации зданий и сооружений повышении уровня грунтовых вод испытания свай статической нагрузкой должно проводиться с предварительным замачиванием всей просадочной толщи грунтов с сохранением водонасыщенного состояния просадочного грунта в процессе испытаний.

Статические испытания свай с замачиванием основания следует проводить на площадках, расположенных за пределами пятна проектируемого здания или сооружения, но в аналогичных грунтовых условиях.

4.38. В грунтовых условиях I типа по просадочности, а также II типа при наличии близко расположенных эксплуатируемых зданий замачивание производится через дренажные траншеи глубиной не менее 1 м, устраиваемые от испытываемой сваи или куста свай на расстоянии 1 м /рис.12/.

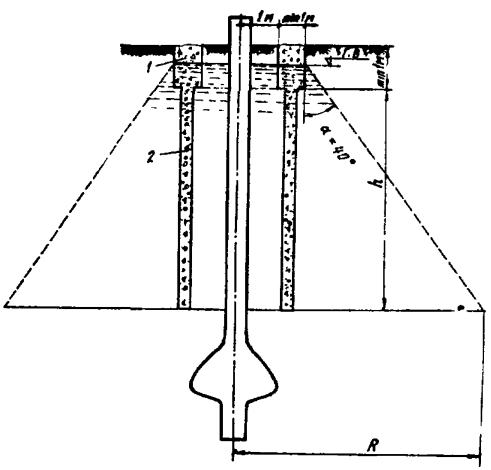


Рис.12. Схема замачивания просадочных грунтов вокруг испытываемой сваи:
1 -траншея,заполненная щебнем; 2-дренажная скважина; h - мощность просадочных грунтов; α - угол распространения замачивания; R-радиус замоченного объема грунта /основание усеченного конуса/.

При испытании вертикальной нагрузкой траншея заполняется слоем щебня толщиной 10-12 см, а при горизонтальной нагрузке - на всю глубину. Степень водонасыщения просадочного грунта в процессе испытаний на расстоянии не менее 2 м от боковой поверхности и по всей глубине просадочной толщи грунта должна быть $G \geqslant 0{,}8$.

4.39. Контроль за увлажнением просадочного грунта по глубине производится бурением скважин с отбором проб грунта и определением степени влажности.

4.40. На незастроенных территориях микрорайонов или промышленных комплексов статические испытания свай в грунтовых условиях II типа по просадочности при возможности обводнения территорий в процессе строительства и дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений проводятся с замачиванием через котлован размером в плане не менее 20х20 м, глубиной 0,5-1 м до полного проявления просадочных свойств грунтов от собственного веса.

Примечание. Комплексные испытания с определением отрицательного трения грунта по боковой поверхности свай должны выполняться по специальной программе, составляемой проектным институтом с привлечением специализированной научно-исследовательской организации.

4.41. В процессе замачивания основания и испытания свай в просадочных грунтах следует проводить наблюдения путем нивелирования за возможными перемещениями /осадками/ анкерных устройств и опор реперной системы с закрепленными на ней прогибомерами. Результаты наблюдений должны учитываться при определении осадки или перемещения сваи на каждой ступени нагрузки.

4.42. Результаты комплексных испытаний решением проектной организации могут быть распространены на несколько зданий или сооружений, расположенных в пределах одной площадки с аналогичными грунтовыми условиями.

5. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Общие требования

5.1. Устройство буронабивных свай, ведение технической документации и контроль за качеством работ выполняются в соответствии с проектом, СНиП III-Б.6-62[X] "Фундаменты и опоры из свай и оболочек. Шпунтовые ограждения. Правила производства и приемки работ" и данными Указаниями.

5.2. Выбор того или иного способа устройства буронабивных свай производится проектной организацией в зависимости от геологических и гидрогеологических условий строительства, а также с учетом оснащенности специализированных строительных организаций оборудованием и механизмами.

5.3. Устройству буронабивных свай должны предшествовать подготовительные работы, предусматриваемые проектом производства работ.

5.4. Головы всех видов буронабивных свай рекомендуется формовать в разъемном кондукторе-опалубке. Если в верхнем слое обнаруживается раствор без крупного заполнителя или бетон, загрязненный буровым шламом, то его следует удалить, а затем добавить бетонную смесь пластичной консистенции /с осадкой конуса 5-7 с уплотнением электровибратором.

Кондуктор-опалубка снимается через 16-24 часа после окончания формования головы сваи.

5.5. Объем бетонной смеси, завозимый на площадку за смену, определяется по накладным завода, а расход на одну сваю для записи в журнале - по емкости протарированных бадей или кузовов автосамосвалов, доставляющих смесь.

Чертеж щупа для замера и объемы бетонной смеси для различных типов самосвалов даны в приложении 3.

5.6. По окончании устройства свай обеспечивается уход за бетоном голов. При этом соблюдаются следующие правила:

бетон головы сваи предохраняется от вредного воздействия ветра и солнечных лучей специальными матами и увлажнением;

благоприятные условия для твердения бетона обеспечиваются систематической поливкой водой. В сухую погоду поливку бетона на портландцементе надлежит производить в течение 3-4 суток, а бетонов на прочих цементах - в течение 6-7 суток;

поливку при температуре 15°С и выше следует производить в течение первых двух суток днем не реже чем через каждые 3 часа, в последующее время - не реже трех раз в сутки;

при укрытии бетона влагоемкими материалами /мелким песком, опилками/ длительность перерывов между поливками может быть увеличена в 1,5 раза;

при температуре воздуха ниже 5°С поливка не производится.

5.7. При низкой среднесуточной температуре воздуха /от 5°С и ниже/ бетон головы сваи выдерживается по методу "термоса"

или с электропрогревом. При этом укладываемая бетонная смесь должна иметь положительную температуру и готовиться с применением оттаявших заполнителей и подогретой воды.

5.8. Температура подогрева составляющих бетонной смеси должна быть не выше величин, указанных в приложении 4, и должна обеспечить температуру бетонной смеси к концу бетонирования сваи:

не ниже 20°С при выдерживании бетона по методу "термоса" с применением конструкции утеплителя /рис.13 или 14/;

не ниже 5°С при применении электропрогрева /приложение 5/.

5.9. Продолжительность перемешивания бетонной смеси в зимних условиях должна быть увеличена против норм летнего времени не менее чем на 25%.

При применении подогретой воды одновременно с началом подачи ее в смеситель загружают крупный заполнитель, а после заливки половины требуемого количества воды и нескольких оборотов барабана /чаши/ смесителя подают песок и цемент.

5.10. Бетонная смесь в зимних условиях транспортируется с принятием мер, замедляющих процесс ее остывания в пути и при перегрузках, для чего:

кузова бетоновозов и бадьи должны быть утеплены и перед началом работ прогреты;

при больших морозах, ветре и снегопадах бетонную смесь следует укрывать, а для доставки на расстояния свыше 3 км - применять транспортируемые средства с искусственным подогревом кузова. Предельная продолжительность транспортирования устанавливается строительной лабораторией.

5.11. Температура бетонной смеси, доставляемой в зимнее время на площадку в автосамосвалах, должна контролироваться с помощью технического термометра.

5.12. Качество применяемой бетонной смеси на площадке проверяется отбором контрольных кубиков размером 15х15х15 или 20х20х20 см из транспортных емкостей /кузова автосамосвала, бадьи и т.п./, а бетона стволов свай - отбором кубиков непосредственно из верхней части после подъема бетонолитной трубы и формования оголовка с их последующими испытаниями.

5.13. Контрольные бетонные кубики изготовляются и хранятся в условиях, аналогичных условиям, в которых происходит бето-

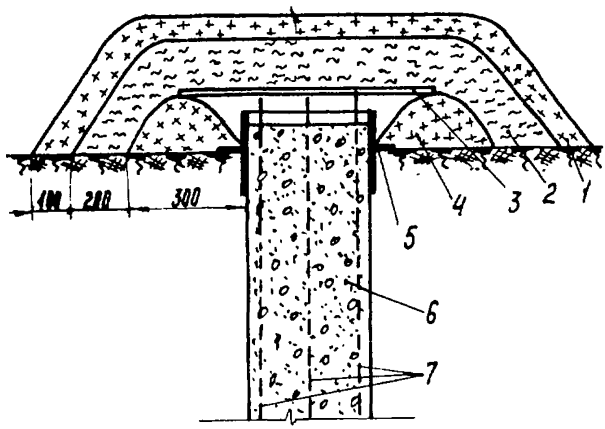


Рис.I3. Утепление головы сваи по методу "термоса" /вариант I/:
I - наброска из грунта толщиной I0 см; 2 - слой опилок толщиной 20 см; 3 - дощатый щит; 4 - валик из грунта; 5 - инвентарная разборная опалубка; 6 - бетон головы сваи; 7 - арматура.

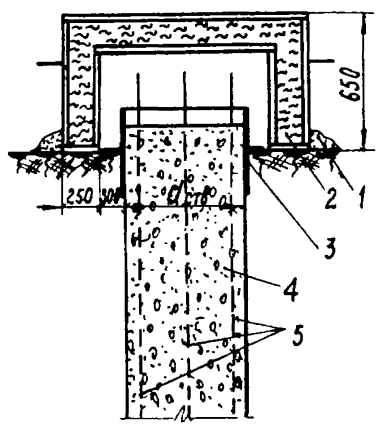


Рис.I4. Утепление головы сваи по методу "термоса" с использованием инвентарного утеплительного ящика /вариант 2/:

I - подсыпка из песка или грунта; 2 - утеплительный ящик; 3 - инвентарная опалубка; 4 - бетон головы сваи; 5 - арматура.

нирование свай. Контрольные бетонные кубики отбираются в количестве 6 шт. от каждых 50–100 м^3 уложенного бетона, но не меньше, чем от каждой 20-й сваи. При этом 3 кубика хранятся в шурфе, рядом со сваей, остальные 3 – при комнатной температуре /15°С/. при устройстве опытных свай контрольные кубики отбираются в количестве 3 шт. от каждой сваи и хранятся в шурфе рядом со сваей.

5.14. Бетон признается соответствующим заданной марке, если ни в одной из испытанных серий контрольных кубиков после 28-дневного твердения средняя прочность не будет ниже 85% проектной прочности бетона.

5.15. Контроль прочности бетона головы свай рекомендуется осуществлять путем обстрела после 28-дневного твердения неразрушающим склерометрическим методом с применением приборов типа КМ со стержневым ударником, молотка Кашкарова или других аналогичных приборов. По требованию технадзора обстрелу может подвергаться любая свая в выборочном порядке.

Методика определения прочности бетона с использованием прибора типа КМ приведена в приложении 6.

5.16. Результаты контроля качества работ оформляются соответствующими актами.

Устройство буронабивных свай сухим способом

5.17. Сухой способ устройства буронабивных свай применяется в условиях прорезки устойчивых связных грунтов, не оплывающих скважин при бурении и не обрушающихся после бурения и во время бетонирования.

Технологическая схема таких свай дана на рис. 15.

5.18. Бурение скважин диаметром 400–1200 мм производится навесным оборудованием типа СО-2, НБО-1 /СО-1200/, СО-1200/2000 на базе кранов-экскаваторов Э-1001Г, Э-1252 или МКГ-25, станками вращательного шнекового бурения УГБХ-150, БТС-2 или любыми другими установками, позволяющими бурить скважины диаметром не менее 400 мм до глубины, предусмотренной проектом.

При установке и центровке бурового станка смещения в плане и отклонения вертикальной оси штанги от проектного положения оси сваи не допускаются.

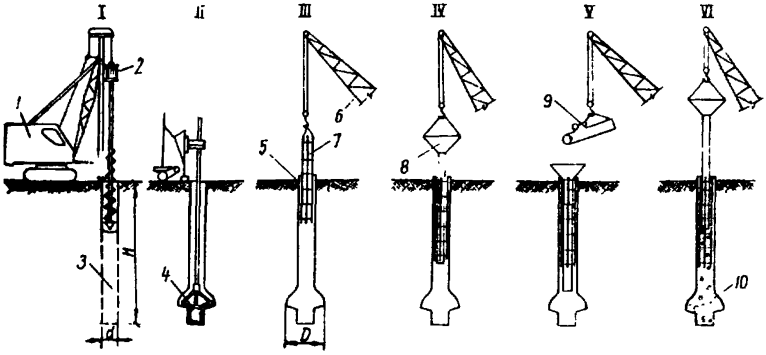


Рис.I5. Схема устройства буронабивных свай с уширенной пятой сухим способом:

I - шнековое бурение ⌀ 400-600 мм; II - устройство уширенной полости при помощи расширителя; III - установка кондуктора - инвентарной опалубки и арматурного каркаса; IУ - опускание воронки с бетонолитной трубой; У - заполнение скважины бетонной смесью марки 200-300 с осадкой конуса I0-I2 см; УI - извлечение обсадной трубы с уплотнением бетона обратно-поступательными движениями трубы и формованием головы сваи; I - стреловой кран; 2 - навесное буровое оборудование типа СО-2; 3 - буровая скважина; 4 - расширитель; 5 - кондуктор-опалубка; 6- стреловой кран; 7- арматурный каркас; 8-воронка /бункер/ с бетонолитной трубой; 9 - вибробадья; I0 - уширенная пята.

5.19. В процессе бурения каждой скважины визуально определяется соответствие грунтов в основании сваи с указанным в проекте /по наименованию, плотности и влажности/. В случае расхождения делается отметка в журнале бурения и об этом сообщается представителю проектного института и заказчика для решения вопроса об изменении глубины бурения.

5.20. После окончания бурения глубина скважины замеряется с помощью бурового става /колонн/, рейки или лота. Затем устанавливается кондуктор-опалубка с обсадным патрубком /рис I6/ и производится зачистка забоя /дна скважины/ вращением цилиндрической бадьи с прорезями и откидным днищем.

5.2I. Кондуктор с обсадным патрубком можно не ставить в случаях, когда в устье скважины связный грунт достаточно устойчив, поверхность земли очищена от рыхлого грунта и обсыпание

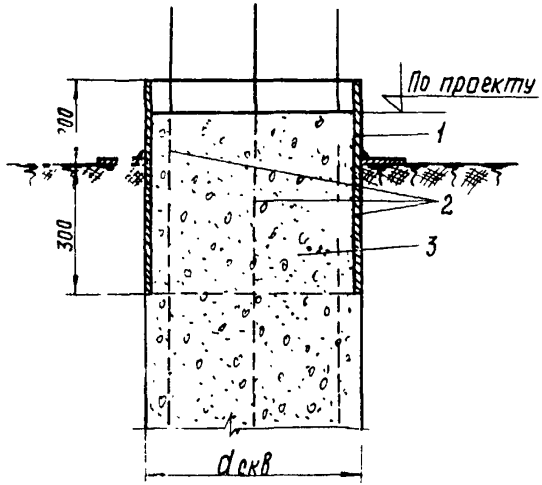


Рис 16. Формование головы сваи с помощью инвентарной опалубки:

I – инвентарная разборная металлическая опалубка; 2– арматурный каркас; 3 – бетон головы сваи.

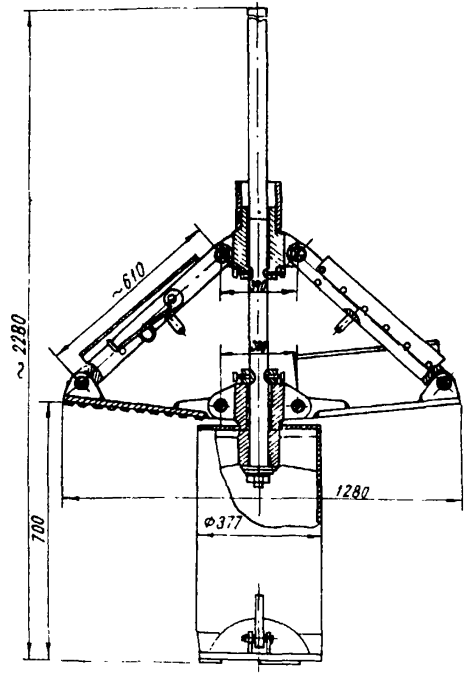


Рис.17. Четырехножевой расширитель для устройства уширенной полости при сухом способе бурения.

его исключается, воронка /бункер/ с бетонолитной трубой опирается непосредственно на поверхность земли, обжимая грунт в устье скважины, и армирование ствола производится отдельными стержнями /без хомутов/ в свежеуложенный бетон при формовании головы сваи.

5.22. В скважинах без уширений вместо зачистки забоя допускается уплотнение основания втрамбовыванием слоя щебня или жесткого бетона толщиной 15-20 см с помощью какого-либо балансира, долота или виброштампа. При этом стенки скважины должны быть закреплены инвентарной обсадной трубой.

5.23. Разбуривание уширений под пяту свай диаметром 1200, 1400 и 1600 мм производится расширителем с бадьей /рис.17/ при минимальных оборотах вращателя станка /15-20 об/мин./. Разбуренный грунт /стружка/ осыпается в бадью, присоединенную к нижней части расширителя. По мере заполнения расширитель с бадьей периодически поднимают на поверхность земли, где производится разгрузка.

Для контроля за отметками забоя скважины и положением бадьи на штанге наносится риска.

5.24. Контроль заданного диаметра уширения осуществляется посадкой протарированной штанги до риски, фиксирующей полное раскрытие ножей расширителя.

5.25. Перед установкой арматурного каркаса зачистка основания и сохранность свода уширения проверяется производителем работ или мастером путем осмотра с освещением забоя.

5.26. Арматурные каркасы длиной меньше глубины скважины подвешиваются к опалубке оголовка сваи или поперечным балкам.

5.27. Бетонирование осуществляется подачей бетонной смеси через воронку /бункер/ с бетонолитной трубой наружным диаметром на 25-30 мм меньше диаметра скважины /для бетонных свай/ или внутреннего диаметра арматурного каркаса /для железобетонных свай/, но не меньше 273 мм. Длина бетонолитной трубы назначается такой, чтобы зазор между нижним концом трубы и забоем скважины перед началом бетонирования был в пределах 20-50 см.

5.28. Для бетонирования применяется бетонная смесь марки не ниже 200 с осадкой конуса 14-16 см.

5.29. Для бетонирования неармированных свай диаметром 600 мм и больше с подачей бетонной смеси через бетонолитную трубу допускается применение бетонной смеси пластичной консистенции с осадкой конуса 8-10 см при обязательном уплотнении бетона в головной части глубинным электровибратором /вибробулавой или виброиглой/.

5.30. Крупность гравия для изготовления бетонных свай должна быть не более 40 мм, а щебня - 30 мм. Прочность гравия или щебня должна быть не менее 800 кг/см^2.

5.31. Доставку бетонной смеси с подачей непосредственно в воронку или бункер рекомендуется производить автобетоносмесителем или стреловым краном в вибробадьях с секторным затвором.

5.32. Если применяется товарная бетонная смесь, доставляемая на площадку автосамосвалами, то приготовление ее производится на цементе со сроком начала схватывания не менее 2 часов.

5.33. Сваи, предназначенные для работы в грунтах с агрессивными грунтовыми водами, выполняются с учетом мероприятий, повышающих устойчивость материала свай против вредного воздействия среды.

5.34. Подвижность бетонной смеси проверяется непосредственно на месте бетонирования с помощью конуса /см.приложение 7/. Отклонение от заданной подвижности допускается в пределах ±20мм.

5.35. Бетонирование буронабивных свай должно производиться без перерывов.

Объем бетонной смеси, подаваемый через бетонолитную трубу, должен быть достаточным для заполнения скважины с небольшим превышением отметки головы сваи для компенсации понижения уровня бетона при извлечении трубы за счет заполнения затрубного пространства и усадки при твердении.

5.36. В случаях перерыва в бетонировании ствола продолжительностью более 2 час. бетонолитная труба оставляется в теле сваи, а бетонирование завершается после доставки бетонной смеси независимо от срока перерыва.

5.37. Если при перерыве бетонирования бетонолитная труба поднята выше уровня бетона в скважине или полностью извлечена, а затем ствол добетонирован без очистки поверхности бетона от обсыпавшейся земли и без усиления стыка, то такая свая признается дефектной и взамен ее должна быть назначена дополнительная.

5.38. В процессе устройства свай ведется журнал по форме, указанной в приложении 8, а также составляются акты на скрытые работы с участием технадзора заказчика /см.раздел 10, перечень документации, предъявляемой при приемке свайных работ/. По окончании свайных работ составляется сводная ведомость /приложение 9/.

Примечание. Журнал ведется бригадиром или мастером под контролем производителя работ и технадзора заказчика.

Устройство буронабивных свай с применением глинистого раствора

5.39. При прорезке буронабивными сваями водонасыщенных неустойчивых слоев грунта, осыпающихся или оплывающих в незакрепленных выработках, скважины и уширения в них бурятся под глинистым раствором, а бетонирование производится подводным способом. Технологическая схема устройства таких свай дана на рис.18 и 19.

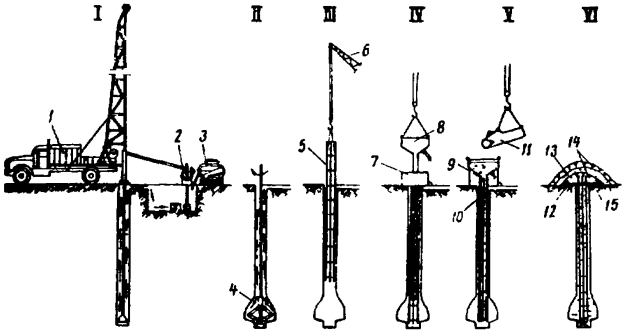


Рис.18. Схема устройства буронабивных свай под глинистым раствором:

I – бурение скважины ⌀ 500-800 мм под глинистым раствором; II – устройство уширенной полости; III – установка арматурного каркаса; IУ – установка контейнера или бездонного ящика и бетонолитной трубы с вибробункером; У – бетонирование сваи методом вертикально-перемещающейся трубы /ВПТ/; УI – формование головы сваи и утепление в зимних условиях; 1-буровой агрегат УРБ-ЗАМ; 2-насосная установка; 3- глиномешалка; 4-расширитель; 5-арматурный каркас; 6-стреловой кран; 7-контейнер для сбора пульпы; 8-вибробункер с бетонолитной трубой; 9-проволока ⌀ 2,5 - 3 мм; 10-клапан /пробка/; 11-вибробадья; 12-толь; 13-опилки; 14-земля; 15- обрезки досок.

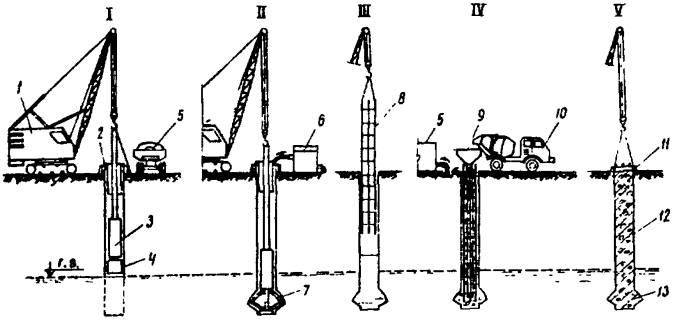


Рис.J9. Технологическая схема устройства буронабивных свай в неустойчивых грунтах с применением буровой установки СО-I000/I200:

I- бурение скважины; П - устройство уширенной полости при помощи расширителя под защитой глинистого раствора; Ш - установка арматурного каркаса; IУ - установка бетонолитной трубы и бетонирование уширенной полости и ствола методом ВПТ; У- установка инвентарной опалубки и бетонирование оголовка сваи;1-стреловой кран типа МКГ-25; 2-буровой кондуктор; 3-буровой рабочий орган; 4-буровой цилиндр; 5-автосамосвал; 6-емкость для глинистого раствора; 7-расширитель; 8-арматурный каркас;9-бункер с бетонолитной трубой; I0-автобетоносмеситель; II-инвентарная опалубка; I2-ствол буронабивной сваи;I3-уширенная пята.

5.40. Минимальный диаметр бурения скважины, который может быть принят по технологическим условиям устройства бетонных набивных свай, бетонируемых подводным способом, равен 390-400 мм, железобетонных - 500 мм.

Максимальный диаметр бурения скважин установками УРБ-ЗАМ и УГБХ-I50 - 800 мм, при ударно-канатном и вращательно-всасывающем бурении -I200 мм, СО-I200 - до I500 мм. Диаметр разбуриваемых уширений - I200, I400, I600, I800 и 2000 мм.

5.4I. Перед началом бурения буровая машина приводится в рабочее положение и устанавливается так, чтобы ось штанги находилась в вертикальном положении и центрировалась с осью сваи.

5.42. Во избежание размыва устья скважины циркуляционным потоком глинистого раствора необходимо устанавливать кондуктор или специальный контейнер с обсадным патрубком длиной I-I,5 м.

5.43. Бурение скважин и разбуривание уширений с применением воды вместо глинистого раствора допускается в связных грунтах /суглинках и глинах/ только в том случае, если устойчивость стенок скважины и свода уширений установлена опытным изготовлением свай и обусловлена проектом.

5.44. Состав глинистого раствора задается проектом и подбирается строительной лабораторией в зависимости от характеристики прорезаемых грунтов и применяемой глины.

5.45. Глинистый раствор приготовляется из бентонита или местных глин. Рекомендуемые параметры глинистых растворов приведены в табл.I.

Таблица I

Рациональные параметры глинистых растворов для бурения скважин в различных геологических условиях

Параметры раствора	При бурении		
	в песчаных наносах с тенденцией образования обвалов и поглощения растворов	в глинистых и слабопористых породах	в пористых породах
Удельный вес, кг/см^3	I,I0-I,22	I,05-I,I5	I,20-I,25
Вязкость по СПВ-5 с 5-миллиметровой трубкой, сек.	25-30	I8-20	25-45
Содержание песка, проц.	Не более I0	Не более I0	Не более I0
Суточный отстой, проц.	0-5	0-5	0-3

5.46. Уровень глинистого раствора в скважине независимо от способа бурения должен превышать уровень грунтовых вод не менее чем на I м при наличии обсадной трубы, а при отсутствии не должен быть ниже устья скважины.

5.47. Уширения разбуриваются при помощи механического расширителя /рис.20/, после чего скважины промываются тем же глинистым раствором до полного выноса бурового шлама, но не менее I0 мин.

5.48. В процессе бурения следует периодически проверять основные показатели глинистого раствора: удельный вес, вязкость и суточный отстой.

5.49. Глубина скважины проверяется приближенно с помощью лота и точнее - замером по штанге с буровым снарядом. Контроль заданного диаметра уширенной полости осуществляется посадкой протарированной штанги вместе с расширителем. Проверка производится для двух взаимно перпендикулярных направлений без вращения штанги. При этом штанга должна опускаться до отметки, фиксирующей полное раскрытие расширителя.

5.50. Перерывы при бурении скважины, а также между окончанием бурения скважины и разбуриванием уширения допускаются не более 8 час. при условии поддержания в скважине уровня глинистого раствора на отметке поверхности земли или подошвы отводящего лотка.

5.51. Перерыв между окончанием разбуривания уширения с промывкой и началом бетонирования сваи допускается: для песков и супесей - не более 2 часов, для суглинков и глин - не более 4.

В случаях перерывов с большей продолжительностью производится контрольная проверка сохранности скважины и уширения с помощью расширителя с повторной промывкой глинистым раствором. При перерывах более 8 час. контрольная проверка выполняется с участием технадзора заказчика.

5.52. Для бетонирования свай подводным способом применяются бетонные смеси, которые, обеспечивая необходимую прочность бетона, обладают необходимой подвижностью и связностью /устойчивостью против расслоения/.

Подбор состава бетонной смеси производится строительной лабораторией.

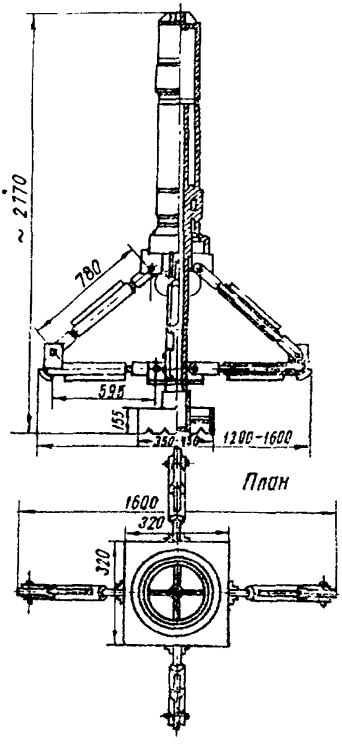


Рис.20. Расширитель для устройства уширенной полости под глинистым раствором.

5.53. Состав бетонной смеси должен обеспечивать получение прочного и долговечного бетона заданной марки и удовлетворять требованиям действующих ГОСТов на гидротехнический бетон.

Прочность бетона при подборе его состава назначается на 10% выше принятой проектом.

Марка бетона для подводного бетонирования допускается не ниже 300 при расходе цемента не менее 400 кг на 1 м^3 бетона.

5.54. Подвижность и связность бетонной смеси обеспечивается подбором ее состава и введением в смесь пластифицирующих добавок. Консистенция смеси должна быть литая с осадкой конуса в пределах 18-20 см. Консистенция проверяется в соответствии с приложением 7.

Подвижность смеси должна сохраняться в течение времени, необходимого для транспортирования и соблюдения нормальных режимов бетонирования. Показатель сохранения подвижности смеси К, определяемый в соответствии с приложением 8, должен быть не менее 40 мин. Водоотделение смеси, характеризующее ее связность, должно находиться в пределах 1-2%.

5.55. Цемент и его марка принимаются в соответствии с заданной маркой бетона свай, агрессивностью среды и требованиями глав СНиП I-В.2-69 "Вяжущие материалы неорганические и добавки для бетонов и растворов" и СНиП I-В.3-62 "Бетоны на неорганических вяжущих и заполнителях".

Срок начала схватывания должен быть не менее 2 часов.

5.56. Заполнители бетона должны удовлетворять требованиям главы СНиП I-В.1-62 "Заполнители для бетонов и растворов" и ГОСТу на материалы для гидротехнического бетона.

Наибольшая крупность заполнителя бетонных свай не должна превышать 40 мм, а железобетонных - 30 мм.

В качестве крупного заполнителя рекомендуется применять смесь гравия с 20-30% щебня. в качестве мелкого заполнителя - среднезернистые и мелкие пески с наибольшей крупностью 5 мм.

5.57. Бетонная смесь должна приготовляться механическими бетоносмесителями в соответствии с главой СНиП III-В.1-70 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ".

5.58. Приготовление смеси производится на близко расположенных бетонных заводах с доставкой товарного бетона в автобетоносмесителях или специально приспособленных кузовах автосамосвалов. При этом должна быть обеспечена бесперебойность приготовления и доставки на рабочую площадку бетонной смеси требуемого объема и качества.

В аварийных случаях необходимый объем смеси для окончания бетонирования сваи приготовляется резервным бетоносмесителем, установленным на территории строящегося объекта. Для этой цели у бетоносмесителя должен храниться необходимый запас цемента и заполнителей.

5.59. Продолжительность транспортирования, считая от момента выгрузки из смесителя до укладки в трубу данной порции смеси, не должна превышать: для бетонных смесей с показателями сохранения подвижности К=60 мин. и более - 30 мин., с показателями К менее 60 мин.- половины значения К.

Утечка раствора /теста/ в процессе транспортирования должна быть исключена.

Бетонирование методом вертикально перемещающейся трубы /ВПТ/

5.60. Уширенная полость и скважина бетонируются по методу ВПТ. Арматурный каркас устанавливается перед бетонированием сваи в соответствии с рисунками I8 и I9.

5.6I. Для подачи бетонной смеси применяются стальные бесшовные трубы с наружным диаметром 273-350 мм. Трубы могут применяться цельные и собранные из отдельных секций. Цельные трубы рекомендуется применять при глубине скважин до I2 м и расходе бетонной смеси до 4 $м^3$ на одну сваю.

При применении труб, собранных из отдельных секций, должна быть обеспечена герметичность всех стыков.

5.62. Бетонолитные трубы следует снабдить вверху жесткими металлическими бункерами или воронками. К бункеру прикрепляется площадка с ограждением и лестницей. Бункеры или воронки для загрузки бетонной смеси изготовляются из листовой стали толщиной 3-5 мм с металлической обвязкой из уголковой стали.

5.63. Бетонирование методом ВПТ рекомендуется производить с применением вибраторов, укрепляемых на трубах или бункерах.

5.64. Для подъема и опускания труб, а также для их наращивания или укорочения применяются стреловые краны необходимой грузоподъемности или инвентарные металлические вышки с электрическими лебедками. Вышка ставится над устьем скважины и предназначается:

для заполнения бункера или воронки и трубы бетонной смесью при любом рабочем положении;

подъема и опускания трубы;

удержания трубы при смене и снятии верхних секций;

предохранения трубы от горизонтальных смещений и перекосов во время бетонирования;

наблюдения за режимом бетонирования /заполнением трубы, ее заглублением и пр./.

5.65. Механизмы для подъема и опускания труб должны обеспечивать их вертикальное перемещение и возможность быстрого опускания трубы /травления/ на 50-100 см.

5.66. Первоначальное заполнение трубы бетонной смесью должно производиться с применением предохранительных клапанов или пробок, изолирующих бетонную смесь от смешивания с глинистым раствором или водой.

Пробки могут быть двух видов:

жесткая воронка-разделитель, изготавливаемая из тонколистовой стали в виде конуса с диаметром основания, равным внутреннему диаметру бетонолитной трубы,и высотой, равной половине диаметра трубы. Перед бетонированием воронка-разделитель устанавливается в горловине бункера и крепится к нему проволокой;

мягкая свободно скользящая толщиной 200-300 мм, изготовляемая из опилок, покрытых мешковиной.

Пробка движется в трубе под действием веса бетонной смеси, вытесняя глинистый раствор или воду подобно поршню.

5.67. При применении клапана в виде жесткой воронки-разделителя расстояние от забоя скважины до нижнего конца бетонолитной трубы перед началом бетонирования должно быть не более 200 мм. При использовании мягкой пробки нижний конец трубы должен быть поставлен на забой скважины с заглублением в грунт на 100-200 мм. При этом создается гидростатическое давление, которое удерживает бетонную смесь в бункере до подъема трубы.

5.68. Для исключения растекания глинистого раствора на рабочей площадке над устьем скважины устанавливается металлический бездонный ящик с отверстием над отводящим лотком /бетонирование ведется с выпуском раствора через верх кондуктора-опалубки/. Для этой цели возможно также применение свайного контейнера /рис.21/.

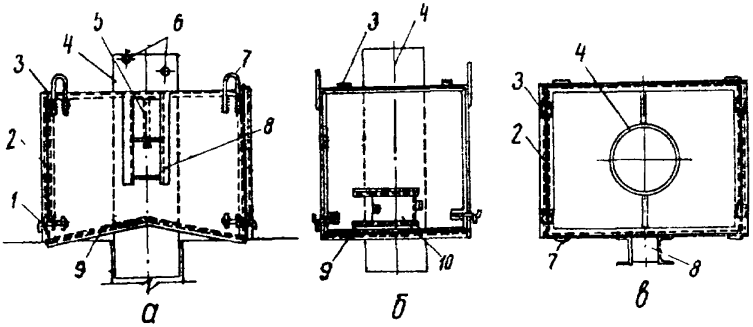


Рис.21. Свайный контейнер:

а - вид сбоку; б - вид с торца; в - план; 1- запор; 2- стенка /дверка/; 3- шарнирная петля; 4- трубчатый кондуктор; 5- диафрагма; 6- отверстия с закладными шкворнями; 7- строповочная петля; 8- каретка; 9- днище; 10- люк с задвижкой.

5.69. В процессе бетонирования нижний конец трубы должен быть заглублен в бетон не менее чем на 2 и не более чем на 4 м.

Уровень бетонной смеси в скважине и величина заглубления трубы проверяются с помощью стандартного уровнемера или лота, опускаемых в зазор между стенкой скважины и трубой. В зависимости от результатов измерений устанавливается предельно возможная высота подъема трубы.

5.70. Интенсивность укладки бетонной смеси должна быть не менее 4 $м^3$ в час в летних и 5 $м^3$ в час в зимних условиях, но не менее 4 пог.м ствола в час. Перерывы в бетонировании не должны превышать одного часа.

5.71. Бетонирование следует немедленно прекращать в случае прорыва глинистого раствора или воды в трубу /при неосторожном ее подъеме или недостаточном заглублении/. Об этом свидетельствует падение уровня глинистого раствора или воды в скважине.

После аварийного перерыва с удалением бетонолитной трубы допускается возобновление бетонирования только при условии обсадки скважины трубой диаметром, равным диаметру скважины, с заглублением ее конца в свежеуложенный бетонный столб на

2-3 м и удалением изнутри трубы глинистого раствора, шлама и слабого бетона толщиной слоя не менее 0,5 м при помощи желонки. Указанные работы выполняются до начала твердения бетона.

Оставляемая в грунте труба при отсутствии в ней воды заполняется бетонной смесью марки 200-300 пластичной консистенции свободным сбрасыванием через воронку с горловиной, установленной по центру сваи /высота падения смеси в трубе не ограничивается/.

5.72. При перерыве бетонирования из-за прекращения доставки бетонной смеси подъем и удаление бетонолитной трубы разрешается, если принято решение о последующем окончании бетонирования в обсадной трубе по способу, указанному в п.5.71.

Обсадная труба может быть заменена бетонолитной, если несущая способность такого трубобетонного ствола будет не меньше расчетной нагрузки сваи. В этом случае труба заглубляется в бетон под действием собственного веса не менее чем на 2 м и оставляется в таком положении до продолжения бетонирования независимо от времени перерыва. После заполнения трубы бетонной смесью излишек ее срезается, а зазоры между трубой и стенками скважины заполняются методом восходящего раствора.

5.73. Свая признается дефектной, если при ее бетонировании бетонная смесь из бетонолитной трубы упущена, а затем бетонирование продолжено без удаления шлама. Пониженная несущая способность такой сваи должна быть компенсирована устройством дополнительной сваи.

5.74. При бетонировании свай методом ВПТ особое внимание должно быть уделено обеспечению интенсивности и непрерывности подачи бетонной смеси. При этом к концу бетонирования глинистый раствор и загрязненная бетонная смесь должны быть полностью вытеснены из скважины.

Признаком качественного завершения бетонирования является выход на поверхность земли незагрязненного бетона "шапкой" /после удаления трубы/ с наличием в нем щебня или гравия такой же крупности, какая была в примененной бетонной смеси.

5.75. Если по производственным условиям буронабивные сваи устраиваются с отметкой земли или дна котлована, превышающей проектную отметку подошвы ростверка, и головы свай не формуются в опалубке, то после их отрывки верхний слой бетона

следует срубить на высоту загрязнения глинистым раствором, но не менее чем на 30 см.

Перед бетонированием ростверка слабый или загрязненный бетон в голове свай скалывается до слоя, свободного от посторонних включений, но не менее 5 см, а пыль смывается или сдувается сжатым воздухом.

5.76. В процессе бетонирования свай надлежит контролировать:

качество и температуру /зимой/ бетонной смеси;

интенсивность укладки смеси;

уровень бетонной смеси в трубе;

величину заглубления трубы в бетонную смесь;

объем бетона, уложенного в скважину, поскольку сопоставление фактически уложенного объема бетона с предусмотренным по проекту характеризует размеры свай и является наряду с другими способами средством контроля качества работ.

5.77. Журнал устройства каждой сваи заполняется бригадиром или мастером по форме, приведенной в приложении 9.

Сводная ведомость буронабивных свай по всему объекту или по раздельным захваткам составляется по форме, приведенной в приложении 10.

Устройство свай-опор с применением трубчатых оболочек

5.78. Устройство буронабивных свай-опор с применением трубчатых оболочек осуществляется на местности, покрытой водой, вблизи существующих зданий при наличии в прорезаемых напластованиях весьма неустойчивых водонасыщенных или сыпучих слоев грунта, когда сохранность скважин и основания под фундаментами зданий в процессе бурения и бетонирования под глинистым раствором не гарантируется.

5.79. Сборные железобетонные цилиндрические оболочки изготовляются в заводских условиях в соответствии со СНиП I-Б.3-62 "Фундаменты и опоры из свай и цилиндрических оболочек. Сборные конструкции".

5.80. Погружение оболочек в грунт молотами или вибропогружателями производится в соответствии со СНиП III-Б.6-62* "Фундаменты и опоры из свай и оболочек. Шпунтовые ограждения. Правила производства и приемки работ".

5.81. Если сотрясения при забивке оболочек или вибрация при их погружении в грунт опасны для устойчивости существующих зданий, рекомендуется бурение скважин производить с применением глинистого раствора и последующей обсадкой их стальными или железобетонными оболочками /трубами/.

5.82. Бетонирование трубчатых полостей свай-оболочек, свободных от воды, при внутреннем диаметре труб до 650 мм и отсутствии в них арматуры следует производить свободным сбрасыванием бетонной смеси с осадкой конуса 5-7 см. Уплотнение бетона глубинным электровибратором производится только в головной части ствола.

5.83. Бетонирование вертикальных трубчатых полостей свай-оболочек, свободных от воды, при внутреннем диаметре труб более 650 мм, а также при наличии в трубах диаметром 500 мм и более арматурных каркасов допускается производить свободным сбрасыванием бетонной смеси через воронку или бункер с бетонолитной трубой диаметром 325-377 мм, длиной 2-3 м, установленной по центру сваи-оболочки. При наклонных сваях-оболочках длина бетонолитной трубы должна быть не меньше длины арматурного каркаса.

5.84. Бетонирование трубчатых полостей свай-оболочек и уширений, заполненных водой или глинистым раствором, следует производить методом ВПТ в соответствии с пп.5.60-5.76.

Допускается также бетонирование уширения и бетонной пробки в трубе по высоте не менее 2 м подводным способом /методом ВПТ или при помощи контейнера/ с удалением изнутри оболочки воды или глинистого раствора, расчисткой загрязненного верхнего слоя бетона и последующим бетонированием ствола "насухо".

5.85. При небольшом объеме бетона в стволах свай, интенсивном бетонировании и наличии соответствующего по грузоподъемности оборудования обсадные трубы, погружаемые в скважины с глинистым раствором, рекомендуется извлекать из грунта по окончании бетонирования в срок до начала схватывания цемента для повторного использования.

5.86. Журнал устройства каждой сваи ведется по форме, приведенной в приложении II.

Сводная ведомость свай-опор по всему объекту или захваткам составляется по форме, приведенной в приложении I0.

Устройство глубоких буровых опор с применением станков типа Супер-ЕДФ и 20-ТН

5.87. Устройство глубоких буровых опор с применением станков Супер-ЕДФ французской фирмы "Беното", 20-ТН японской фирмы "Като" и аналогичных станков отечественного производства возможно в грунтах различных характеристик. Скважины диаметром 800 - 1200 мм, глубиной до 40 м образуются ударным грейферным или роторным бурением с применением инвентарных обсадных труб, состоящих из секций длиной 2,4 и 6 м и режущего наконечника в нижнем фланце первой секции. Технологические схемы устройства таких опор даны на рисунках 22 и 23.

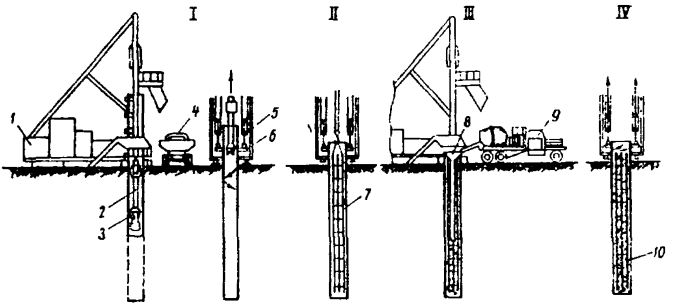


Рис.22. Технологическая схема устройства свай станком Супер-ЕДФ-55:

I- бурение скважины под защитой обсадной трубы ⌀ 670-1180 мм; II- установка арматурного каркаса; III- бетонирование сваи методом ВПТ с подъемом обсадной трубы; IУ- удаление обсадной трубы и формование головы сваи; 1-буровой станок Супер-ЕДФ; 2-грейфер; 3-инвентарная обсадная труба; 4-автосамосвал; 5-гидравлический домкрат, сообщающий трубе поступательное движение /домкрат, вращающий трубу, не показан/; 6-хомут для захвата обсадной трубы; 7-арматурный каркас; 8-воронка с бетонолитной трубой; 9-автобетоносмеситель; 10-ствол сваи-опоры.

5.88. Во время бурения скважин обсадные трубы непрерывно погружаются вращательно-поступательными движениями.

5.89. Для проходки песков, мягкопластичных глин и других слабых пород в нижнем конце первой секции трубы следует ставить обычный режущий наконечник, для проходки твердых глинистых и скальных грунтов - усиленный режущий наконечник.

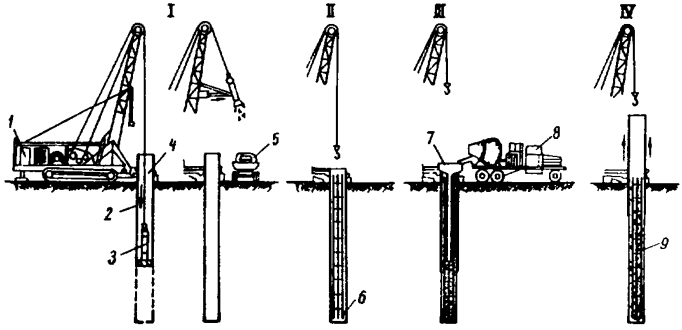


Рис.23. Технологическая схема устройства свай станком 20-ТН:

I - бурение скважины под защитой обсадной трубы; II- установка арматурного каркаса; III- бетонирование сваи методом ВПТ с подъемом обсадной трубы; IУ - удаление обсадной трубы и формование головы сваи; 1- буровой станок 20-ТН; 2-инвентарная обсадная труба; 3-грейфер; 4-гидроцилиндр погружения и извлечения обсадной трубы; 5-автосамосвал; 6-арматурный каркас; 7-бункер с бетонолитной трубой; 8-автобетоносмеситель; 9-ствол сваи-опоры.

5.90. В ходе бурения необходимо следить за характером проходимых грунтов. При изменении вида грунта менять рабочий орган.

Для разработки песчаных и крупнообломочных пород следует применять двухчелюстный грейфер с герметическими челюстями повышенной вместимости. Для разработки твердых глинистых и скальных грунтов челюсти грейфера снабжаются режущими сверхармированными зубьями. Для разработки твердых грунтов челюсти грейфера закрепляются /блокируются/ в открытом положении, чтобы обеспечить работу грейфера как ударного долота. Разработка прочных скальных грунтов может выполняться ударными долотами.

В связных грунтах средней плотности при наличии роторной приставки к станку могут применяться шнековые буровые органы или цилиндрические фрезы с откидным днищем.

Водонасыщенные неплотные пески и илы рекомендуется разрабатывать желонкой, обеспечивающей большую производительность, чем грейфер. Желонка также может быть использована для зачистки забоя скважины и откачки воды.

5.91. В процессе бурения необходимо тщательно осуществлять контроль за отметкой забоя и режущего наконечника путем регулярных промеров. Отметку режущего наконечника устанавливают, учитывая общую длину секций обсадных труб, ниже зафиксированного на станке условного уровня. Отметка забоя определяется опусканием в скважину лота.

5.92. При бурении в устойчивых грунтах, в которые обсадная труба может погружаться под действием гидравлических домкратов ниже забоя, следует стремиться к тому, чтобы режущий наконечник врезался в забой на 25-40 см. В таких случаях к моменту удара грейфера о забой целесообразно поднимать обсадную трубу на 12-20 см. При этом в грунте образуется кольцевая полость, облегчающая работу грейфера.

5.93. При проходке слабых неустойчивых грунтов /плывунов, водонасыщенного торфа, ила и т.п./ рекомендуется разрабатывать их при положении режущего наконечника на 1-3 м ниже забоя, а в момент удара грейфера о забой обсадную трубу поднимать не следует.

5.94. При разработке водонасыщенных неустойчивых грунтов уровень воды в скважине необходимо поддерживать не менее чем на 1 м выше уровня грунтовых вод для предупреждения наплыва грунта в скважину. Это достигается периодическим добавлением воды в скважину, для чего должны быть предусмотрены водоснабжение от временного водопровода или доставка воды автоцистернами.

5.95. При достижении режущим наконечником проектной отметки движение обсадной трубы вниз во избежание ослабления основания должно прекращаться.

5.96. При разработке маловлажных глинистых грунтов возможно налипание грунта на режущий наконечник обсадной трубы, что может при бетонировании привести к попаданию грунта в бетонную смесь. Для предупреждения этого следует после достижения проектной отметки приподнять обсадную трубу на 0,3-0,5 м и несколько раз опустить грейфер до забоя скважины.

5.97. После достижения проектной отметки забой следует зачистить грейфером, несколько раз медленно опуская его на забой.

При зачистке забоя в водонасыщенных песчаных грунтах необходимо обращать особое внимание на уровень воды в скважине, выполняя требование п.5.94. Зачистка забоя скважины в этих случаях выполняется желонкой.

5.98. Грунт, извлекаемый из скважины, рекомендуется грузить в транспортные средства и удалять от места бурения.

5.99. В тех случаях, когда предвидится значительная задержка с началом бетонирования /отсутствие арматурных каркасов, бетонной смеси и т.д./, бурение рекомендуется приостановить, не доводя забой до проектной отметки на 1-2 м. Этот участок следует проходить после того, как возможность перерыва между окончанием бурения и началом бетонирования будет устранена.

5.100. При установке арматурного каркаса на части длины опоры необходимо учитывать его осадку при уплотнении бетонной смеси. Величина ожидаемой осадки каркаса устанавливается опытным путем.

5.101. Бетонирование сухих буровых скважин должно производиться непрерывно на полную глубину скважины или в несколько этапов в соответствии с п.5.83.

При бетонировании в несколько этапов высота столба бетона в скважине на каждом этапе должна на 2 м превышать длину удаляемых секций обсадной трубы.

5.102. Высота укладки бетонной смеси на первом этапе до начала подъема обсадной трубы должна приниматься, исходя из требования, чтобы уложенный бетон внизу скважины не начал твердеть до подъема трубы.

5.103. Время, необходимое для доставки бетонной смеси с завода на стройплощадку для ее укладки на заданную высоту и подъема обсадной трубы, не должно превышать срока начала схватывания цемента в бетонной смеси.

5.104. Для уплотнения бетонной смеси и лучшей связи бетона с грунтом подъем обсадной трубы должен производиться поступательно-вращательным движением, с последовательным поднманием ее на 20-30 см и опусканием на 10-15 см.

5.105. Секции обсадной трубы после извлечения должны быть тщательно очищены от налипших затвердевших частиц бетона и промыты.

5.106. Бетонирование скважин при наличии в них воды должно производиться методом ВПТ или инвентарным контейнером с открывающимися книзу створками.

5.107. При укладке бетонной смеси контейнером необходимо проверить его узлы, после чего приступить к бетонированию, полностью заполняя его бетонной смесью.

Заполненный контейнер сначала следует опустить на дно забоя скважины или на поверхность ранее уложенной бетонной смеси. Затем для открытия нижних створок контейнера необходим небольшой подъем и спуск его. После этого контейнер следует постепенно поднимать так, чтобы нижние створки его оставались в свеженеуложенном бетоне до полного выхода бетонной смеси /рис.24/.

5.108. Бетонную смесь запрещается укладывать в контейнер, погруженный полностью или частично в воду. Если скважина полностью заполнена водой, то контейнер бетонной смесью должен заполняться вне скважины.

5.109. Контейнер после его опорожнения следует поднимать с небольшой скоростью во избежание размыва поверхности бетона струями воды.

5.110. Бетонирование следует вести до отметки, превышающей проектную не менее чем на 40-50 см, с последующим сбросом жидкого раствора и загрязненного бетона и формованием головы опоры.

5.111. Бетонная смесь должна поставляться строго по графику, составленному исходя из необходимой скорости укладки с учетом схватывания и технологических перерывов для снятия секции обсадной трубы.

5.112. В процессе устройства буровых опор должны вестись журналы бурения и бетонирования буровых опор /приложение 12/.

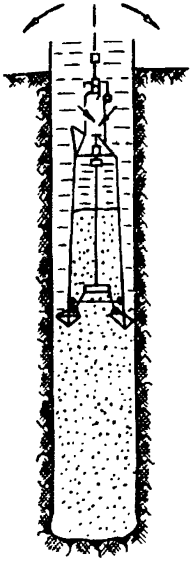


Рис.24. Укладка бетонной смеси в скважину с помощью контейнера.

На правильность ведения записей в журнале должно быть обращено особое внимание производителя работ и технадзора, так как журнал является единственным документом, дающим возможность проконтролировать весь процесс изготовления буровой опоры.

Устройство вибронабивных свай

5.113. Вибронабивные малоармированные бетонные и железобетонные сваи с теряемым башмаком допускается применять в любых грунтах, позволяющих производить вибропогружение закрытой снизу трубы, кроме глинистых текучей консистенции, торфов и илов.

5.114. Вибронабивные бетонные сваи могут устраиваться без уширенной пяты и с уширенной пятой. Технологическая схема изготовления вибронабивных свай приведена на рис.25.

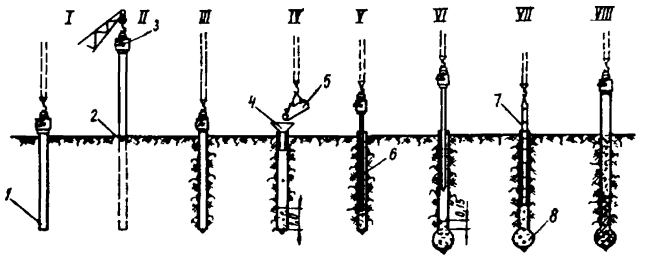


Рис.25. Устройство вибронабивных свай с уширенной пятой:

I – предварительное погружение инвентарной трубы ⌀ 377 мм с открытым концом; II – установка трубы на конусный башмак; III – погружение трубы с башмаком вибропогружателем; IУ–заполнение трубы бетонной смесью на высоту 0,8–1,0 м; У–установка вибротрамбовки в скважину; УI – образование уширения втрамбовыванием бетонной смеси; УII – установка арматурного каркаса и заполнение трубы бетонной смесью; УIII – извлечение трубы вибрированием; I–инвентарная труба ⌀ 377 мм; 2–теряемый железобетонный башмак; 3–вибропогружатель ВПП–2; 4–воронка; 5–вибробадья; 6–стальная трамбовка; 7–арматурный каркас; 8–уширенная пята.

5.115. Скважина для вибронабивных свай образуется путем погружения в грунт вибратором инвентарной обсадной трубы с соблюдением следующих правил:

а/ при расстоянии между сваями до 1,5 м вибропогружение обсадных труб производится с пропуском не менее чем через одну сваю. Изготовление пропущенных свай допускается не

ранее достижения бетоном смежных свай 25% проектной прочности;

б/ стык между концом обсадной трубы и башмаком должен быть водонепроницаемым. Для этого на уступе башмака должен быть уложен в два-три полных оборота промасленный пеньковый канат диаметром не менее 12мм;

в/ при повреждении башмака или обнаружении в обсадной трубе воды погружение должно быть приостановлено. Трубу следует извлечь, оставшуюся скважину засыпать песком и погрузить обсадную трубу на вновь назначенном месте.

5.116. Для изготовления свай бетонная смесь должна иметь осадку конуса в пределах 3-5 см. Проверку подвижности следует производить непосредственно при загрузке бетонной смеси в трубу.

5.117. При устройстве железобетонных вибронабивных свай без уширенной пяты бетон загружается на всю высоту трубы после установки арматурного каркаса. Если применяются малоармированные вибронабивные сваи, труба заполняется бетоном до отметки низа арматурного каркаса, а после его установки - полностью до необходимого уровня.

5.118. При устройстве вибронабивных свай с уширенной пятой в трубу загружают бетонную смесь на высоту, равную 3-4 диаметрам сваи и выдавливают ее из трубы виброштампом. Операция продолжается до тех пор, пока в трубе столб бетонной смеси высотой 0,2-0,3 м остается без изменения. Затем труба заполняется бетоном на всю высоту с учетом установки арматурного каркаса.

5.119. Подъем обсадной трубы следует производить до начала срока схватывания цемента, применяемого в бетонной смеси. Перед подъемом рекомендуется трубу подвергать вибрации в течение 30-60 сек.

5.120. Во избежание образования шеек и разрывов бетонного ствола сваи подъем обсадной трубы должен происходить без рывков. Скорость подъема не должна превышать 1-2 м/мин. Через каждый метр подъема трубы производят ее осаживание на 20-30 см.

5.121. В процессе изготовления вибронабивных свай должна вестись следующая документация: журнал изготовления вибронабивных свай /приложение 13/и сводная ведомость по изготовлению вибронабивных свай /приложение 14/.

Устройство свай с камуфлетной пятой

5.122. Сваи с камуфлетной пятой, образуемой энергией взрыва, применяются в следующих случаях:

когда с поверхности земли залегают сильносжимаемые, разнородные насыпные, набухающие или просадочные грунты, подстилаемые относительно на небольшой глубине /до 30 м/ породами до плотности не ниже средней, не обладающими просадочными свойствами;

если необходима прорезка грунтов на глубину более 3 м;

когда сваи других типов могут быть заменены камуфлетными такой же несущей способности, но меньшей длины или большей несущей способности при меньшем количестве и при меньшей или равной стоимости;

если требуется увеличить несущую способность ранее погруженных в грунт свай-оболочек с открытым нижним концом или глухим конусным башмаком.

5.123. Уширения в основании свай способом камуфлетирования образуются мгновенно - одним взрывом сосредоточенного заряда, двумя последовательными взрывами /двойного камуфлетирования/, взрывом кольцевого заряда и групповым взрывом нескольких зарядов, расположенных по периметру скважин.

5.124. Бетонные набивные сваи с камуфлетной пятой изготовляются на площадках, непокрытых водой, в буровых или взрывных скважинах. В устойчивых связных грунтах обсадка скважин инвентарной трубой производится только перед камуфлетированием /рис.26/. В песчаных грунтах, в которых стенки скважин обсыпаются или оплывают через небольшой промежуток времени после бурения, обсадка скважин производится вслед за бурением.

5.125. Железобетонные сваи-стойки с камуфлетной пятой /со стволом заводского изготовления/ устраиваются в устойчивых связных грунтах /рис.27/. Скважины бурятся самоходными буровыми, сваевдавливающими агрегатами или пробиваются при помощи станка ударно-канатного бурения с конусным балансиром.

5.126. На местности, покрытой водой, а также при прорезке слабых водонасыщенных грунтов /плывунных, илистых и др./ скважины бурятся с одновременной обсадкой трубами. В таких случаях применяются камуфлетные сваи с защитной оболочкой,

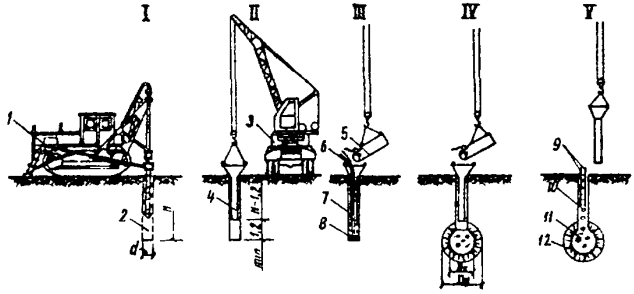


Рис.26. Технологическая схема устройства набивных свай с камуфлетной пятой:

I - бурение скважины ⌀ 400-600 мм глубиной 3-14 м; II-опускание инвентарной обсадной трубы с воронкой; III- установка заряда взрывчатого вещества /ВВ/ и заполнение скважины бетонной смесью марки 200 литой консистенции /осадка конуса 12-16 см/; IУ - образование камуфлетной пяты взрывом заряда ВВ и добавление бетонной смеси; У - перестановка трубы в другую скважину; забивка арматурных стержней ⌀ 16-20 мм и формование головы сваи в инвентарной опалубке под проектную отметку; 1-буровая машина; 2-скважина; 3-стреловой кран; 4-обсадная труба с воронкой; 5-вибробадья; 6-взрывная сеть; 7 бетонная смесь; 8-заряд ВВ; 9-арматурные стержни; 10-ствол сваи; 11-камуфлетная пята; 12-грунтовая оболочка, уплотненная взрывом.

извлекаемой ступенями по мере бетонирования ствола или оставляемой в грунте /рис.28/.

5.127. Сваи двойного камуфлетирования применяются в случаях, когда требуется получить относительно большую пяту в неглубокой скважине или при небольшом диаметре обсадных труб, через которые большой ящик с зарядом ВВ не проходит. При этом один заряд заменяется двумя меньшими, взрываемыми в той же скважине последовательно.

Объем бетона в скважине над первым зарядом рассчитывается из условия необходимости заполнения камуфлетной полости до половины. После взрыва первого заряда и проседания бетонной смеси в центре полости устанавливается второй заряд, а затем вся полость и скважина вновь заполняются смесью. Взрывом второго заряда, действующего через малосжимаемую массу бетонной смеси литой консистенции, грунт отжимается

дальше. Таким образом, происходит увеличение диаметра пяты без заметных деформаций грунта на поверхности.

При устройстве свай двойного камуфлетирования необходимо тщательно контролировать уровень бетона в камуфлетной полости после первого взрыва, а также положение второго заряда при помощи щупа или лота.

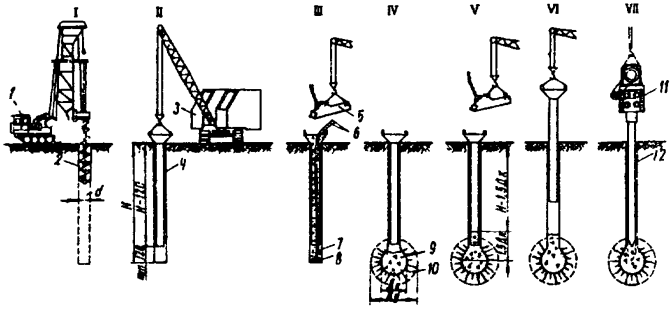


Рис.27. Технологическая схема устройства железобетонных свай-стоек с камуфлетной пятой.

I - бурение скважины; II - установка обсадной трубы с воронкой; III - опускание заряда ВВ и заполнение скважины бетонной смесью литой консистенции; IУ - образование уширенной пяты взрывом заряда; У - добетонирование пяты и ствола сваи до проектной отметки; УI - перестановка трубы в следующую скважину; УII - забивка железобетонной сваи-стойки с заглублением конусного конца в бетонную смесь до центра пяты; 1-буровой агрегат; 2-скважина; 3-стреловой кран; 4-инвентарная обсадная труба с воронкой; 5-вибробадья; 6 - взрывная электросеть; 7-бетонная смесь; 8 - заряд ВВ; 9- камуфлетная пята; 10-грунтовая оболочка, уплотненная взрывом; 11 - вибропогружатель; 12 - железобетонная свая-стойка заводского изготовления.

5.128. Камуфлетирование кольцевыми и групповыми зарядами применяется для устройства уширенных пят в основании скважин или колодцев-оболочек большого диаметра /более I м/. В этом случае заряды ВВ располагаются предельно близко к наружной грани скважины или оболочки, что способствует образованию значительно большей камуфлетной полости за пределами скважины.

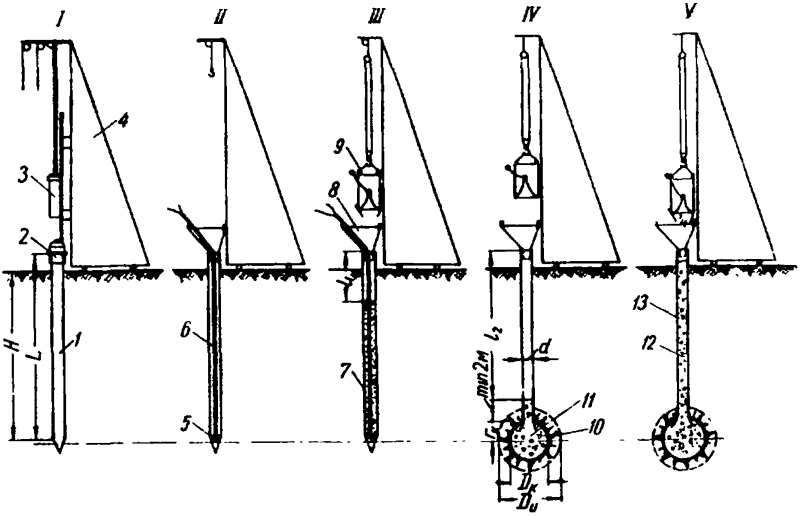


Рис.28. Схема устройства трубобетонных свай с камуфлетной пятой:

I - забивка в грунт полой металлической или железобетонной трубы с конусным башмаком; II - установка съемной воронки и опускание заряда ВВ; III - заполнение трубы бетонной смесью литой консистенции; IУ - образование уширенной пяты взрывом заряда; У - бетонирование ствола сваи смесью пластичной консистенции /осадка конуса 5-7 см/ марки 150-200; 1-труба с закрытым конусным башмаком; 2-наголовник; 3-свайный молот; 4-копер; 5-заряд ВВ; 6-электросеть; 7-бетонная смесь; 8-съемная воронка; 9-бадья с открывающимся дном; 10-грунтовая оболочка, уплотненная взрывом; 11- камуфлетная пята; 12-бетонное ядро; 13-трубобетонный ствол.

5.129. Расстояния между центрами уширенных пят следует принимать в пределах $1{,}5 \div 1{,}6\,D$, где D - диаметр камуфлетного уширения.

Примечание. Расстояние между центрами уширенных пят в устойчивых связных грунтах при необходимости может быть уменьшено до $1{,}3\,D$ при устройстве очередного уширения до начала твердения бетона в соседнем уширении или после получения в нем не менее 70% проектной прочности бетона.

5.130. Взрывные работы по образованию камуфлетных уширений должна выполнять специальная команда подрывников под

руководством лица, имеющего право ведения взрывных работ со строгим соблюдением "Единых правил безопасности при взрывных работах" Гостехнадзора и настоящих Указаний.

5.131. Для устройства камуфлетных уширений допускается применение взрывчатых веществ /ВВ/ как дробящего, так и дробяще-метательного действия. Для зарядов, помещаемых внутри трубы, с большим эффектом применяются ВВ нормальной мощности, обладающие бризантными свойствами. Для зарядов, устанавливаемых в скважине ниже обсадной трубы, применяется ВВ как нормальной, так и пониженной мощности с фугасными свойствами /водостойкие аммониты и др./. Следует преимущественно применять влагостойкие ВВ.

5.132. Вес заряда ВВ C_1, кг для образования камуфлетной полости определяется по формуле

$$C_1 = K_n D^3, \qquad / 1 /$$

где K_n – коэффициент сопротивления грунта сжатию взрывом при создании полости, кг/м^3, определяемый по табл.2.;

D – диаметр камуфлетной полости, м.

5.133. Вес заряда ВВ на разрыв металлических оболочек /труб или конусных башмаков/ C_2 при расположении его в центре сечения принимается на I см^2 площади металлического сечения:

Для труб диаметром до 500 мм	. . . . 5 г
Для труб диаметром 530 – 630 мм	. . . . 7 г
Для труб диаметром больше 630 мм и железобетонных оболочек	. . . . Устанавливается опытными взрывами

5.134. Ориентировочная величина кольцевого заряда ВВ применима с учетом данных табл.3. При этом зазор между внутренним диаметром сваи-оболочки и внешним диаметром кольцевого заряда / $D_1 + d$ / должен быть не больше 5 см, а диаметр кольцевой камуфлетной полости D_2 – не меньше $0{,}9D_1$, где D_1 – средний диаметр кольцевого заряда.

Таблица 2

Коэффициенты сопротивления грунта отжатию взрывом $K_п$, кг/м³

Грунты	Для ВВ	
	нормальной мощности	пониженной мощности
Песок и супесь пылеватые рыхлые влажные	0,80	0,90
Растительный грунт; лесс и лессовидный суглинок макропористые, мягкопластичные /0,5 < B ≤ 0,75/	0,90	I,05
Песок и супесь пылеватые средней плотности; суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок тугопластичные /0,25 < B ≤ 0,5/	I,10	I,25
Песок мелкий и супесь средней плотности; суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок полутвердые /0 < B ≤ 0,25/	I,30	I,50
Песок мелкий и супесь плотные; мел тугопластичный; суглинок и глина твердые / B < 0 /	I,80	2,20
Песок средней крупности средней плотности; мел полутвердый; крупнообломочные породы с глинистым или песчаным заполнителем	2,60	3,00

Примечания: I. К ВВ нормальной мощности относятся тротил, меленит, аммонал, амотол 50/50, скальный аммонит прессованный; к ВВ пониженной мощности - аммонит, амотол 80/20, динамоны К и Т.

2. При образовании уширений двойным камуфлетированием, а также групповым взрывом нескольких зарядов /не менее 4/, расположенных по периметру скважины, значения $K_п$ принимаются с дополнительным коэффициентом 0,8.

5.135. Суммарный вес ВВ для камуфлетного заряда, помещенного внутри трубы, определяется сложением веса зарядов, необходимых для образования полости и разрыва трубы $C = C_1 + C_2$.

Таблица 3

Зависимость диаметра кольцевой камуфлетной полости D_2 от диаметра внутренней полости кольцевого заряда и плотности укладки ВВ

Диаметр кольцевой камуфлетной полости D_2, м	Плотность укладки ВВ, кг/см^3		
	0,8	0,9	I,0
	Диаметр поперечного сечения кольцевого заряда d, мм		
0,5	36	33	30
0,6	42	39	36
0,7	48	44	42
0,8	5I	48	45
0,9	58	55	52
I,0	63	60	57
I,I	68	64	60
I,2	75	70	65
I,3	80	75	70
I,4	85	80	75
I,5	90	85	80

Примечания: I. Диаметр камуфлетного уширения D определяется как сумма D_1 и D_2.

2. Отклонения внутреннего диаметра тонкостенной стальной трубы или резинового шланга для изготовления кольцевого заряда ВВ от указанных в табл.3 величин допускается в пределах ± 2 мм.

5.136. Величина заряда ВВ по условию получения в грунте камуфлетной полости без рыхления или выброса породы проверяется по формуле

$$C_1 = 0,1 K_в h^3, \qquad /2/$$

где $K_в$ – коэффициент сопротивления грунта выбросу взрывом, определяемый по табл.4, кг/см^3;

h – линия наименьшего сопротивления/расстояние от центра заряда до поверхности земли или грунта в близко расположенной выработке – траншее, штольне и т.п./, м.

Из формулы /2/

$$h_{min} = \sqrt[3]{\frac{C_1}{0,1\,K_в}} \qquad /3/$$

Таблица 4

Коэффициенты сопротивления грунта выбросу взрывом $K_в$, кг/см^3

Грунты	Для ВВ	
	нормальной мощности	пониженной мощности
Свеженасыпная рыхлая земля	0,40	0,50
Песок и супесь пылеватые рыхлые	0,80	0,95
Растительный грунт; суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок мягкопластичные	0,95	I,I0
Песок и супесь средней плотности	I,00	I,20
Песок и супесь плотные	I,I0	I,30
Суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок тугопластичные	I,20	I,40
Суглинок и глина полутвердые	I,40	I,65
Мел, суглинок и глина твердые	I,65	I,90
Крупнообломочные породы с глинистым или песчаным заполнителем	I,80	2,I0

5.137. При сосредоточенном заряде ВВ и однородной грунтовой среде сферы действия камуфлетного взрыва имеют форму, близкую к шарообразной.

В этом случае радиус разрушения или деформации /уплотнения/ грунта r_p, м

$$r_p = K_p \sqrt[3]{C}, \qquad /4/$$

где K_p – коэффициент сопротивления грунта разрушению взрывом, определяемый по табл.5, м/кг$^{1/3}$;

C – вес заряда ВВ, кг.

Таблица 5

Коэффициенты сопротивления грунта разрушению взрывом K_p, м/кг$^{1/3}$

Грунты	Для ВВ	
	нормальной мощности	пониженной мощности
Свеженасыпная рыхлая земля	I,40	I,30
Песок пылеватый рыхлый	I,I0	I,05
Растительный грунт, суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок мягкопластичные	I,05	I,00
Песок и супесь средней плотности	I,00	0,95
Песок и супесь плотные	0,95	0,90
Суглинок, глина, лесс и лессовидный суглинок тугопластичные	0,93	0,88
Суглинок и глина полутвердые	0,90	0,85
Мел, суглинок и глина твердые	0,85	0,80
Крупнообломочные породы с глинистым и песчаным заполнителем	0,80	0,75

5.I38. Безопасное расстояние от очага камуфлетного взрыва /центра заряда/ до ближайшей части фундамента близко расположенных сооружений /по сейсмическому влиянию/ $R_б$, м определяется по формуле

$$R_б = 10 r_p = 10 K_p \sqrt[3]{C}, \qquad /5/$$

где r_p – радиус разрушения, м;

K_p – коэффициент сопротивления грунта разрушению взрывом. При размещении зарядов в водонасыщенных грунтах его следует увеличить в 2 раза;

C – вес заряда ВВ, кг.

При групповых взрывах эквивалентный заряд по сейсмическому влиянию $C_{экв}$, кг определяется по формуле

$$C_{экв} = C_1 \left(\frac{R_{экв}}{R_1}\right)^3 + C_2 \left(\frac{R_{экв}}{R_2}\right)^3 + \ldots + C_n \left(\frac{R_{экв}}{R_n}\right)^3, \qquad /6/$$

где $C_1, C_2, \ldots, C_n$ – величина одновременно взрываемых /одиночных/ зарядов, кг;

$R_1, R_2, \ldots, R_n$ – соответствующие расстояния от зарядов до ближайшей части фундамента сооружения, для которого определяется сейсмическое влияние взрыва, м.

Усредненное расстояние по сейсмическому влиянию одновременно взрываемых зарядов $R_{экв}$, м определяется по формуле

$$R_{экв} = \frac{R_1\sqrt[3]{C_1} + R_2\sqrt[3]{C_2} + \ldots + R_n\sqrt[3]{C_n}}{\sqrt[3]{C_1} + \sqrt[3]{C_2} + \ldots + \sqrt[3]{C_n}} . \qquad /7/$$

5.139. Расчетная величина заряда ВВ проверяется пробными взрывами в аналогичных грунтовых условиях.

Критерием правильности подбора заряда для получения уширения с заданной площадью поперечного сечения может служить объем бетонной смеси, просевшей в камуфлетную полость, или диаметр уширенной пяты D, м, вычисленный по формулам:

а/ при сосредоточенных зарядах ВВ в маловлажном связном грунте ниже обсадной трубы

$$D = 1,2\sqrt[3]{V} ; \qquad /8/$$

б/ при сосредоточенных зарядах ВВ, взрываемых внутри трубы, оставляемой в грунте или ниже трубы в песчаном грунте

$$D = 1,3\sqrt[3]{V} ; \qquad /9/$$

в/ при кольцевом заряде ВВ

$$D = D_1 + \sqrt{\frac{0,4V}{D_1}} , \qquad /10/$$

где V – объем бетонной смеси, просевшей после взрыва заряда из скважины или трубы в камуфлетное уширение, м^3. Определяется исходя из разности отметок поверхности бетона в скважине до и после взрыва.

5.140. Минимальная высота заполнения обсадной трубы или сваи-оболочки бетонной смесью для камуфлетирования свай в неустойчивых грунтах назначается из условия проседания ее после взрыва на высоту столба смеси, необходимой для заполнения камуфлетной полости с запасом на 2 м бетонной пробки в трубе.

Объем камуфлетной полости V, м^3 определяется по формуле объема шара с коэффициентом 1,10, учитывающим увеличение объема бетонной смеси на заполнение трещин и переходной части от ствола к пяте

$$V = \frac{1,1\pi D_к^3}{6} = 0,576 D_к^3 . \qquad /11/$$

Высота столба бетонной смеси в трубе L_o, м, определяется из формулы объема цилиндра

$$L_o = \frac{4V}{\pi d_{вн}^2} = 0,73 \frac{D_к^3}{d_{вн}^2} , \qquad /12/$$

где $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубы, м.

Полная высота столба бетонной смеси в трубе L, м

$$L = L_o + 2м . \qquad /13/$$

5.141. Минимальная высота бетонной смеси или раствора в трубе для камуфлетирования свай в устойчивых связных грунтах, а также для свай двойного камуфлетирования назначается из условия потребности заполнения половины камуфлетной полости

$$L = 0,36 \frac{D_к^3}{d_{вн}^2} . \qquad /14/$$

5.142. Минимальный объем бетонной смеси, укладываемой в полость сваи-оболочки перед камуфлетированием ее кольцевым зарядом ВВ,

$$V = 2,5 D_1 (D_2 - D_1) + 2 D_1^2 . \qquad /15/$$

5.143. Нормативное время процесса камуфлетирования определяется с учетом всех затрат времени от приготовления бетонной смеси до момента взрыва заряда. Это время должно быть

меньше срока схватывания цемента, а при уплотнении смеси в стволе глубинным электровибратором - не более I часа в летнее время и 2 часов - при температуре ниже +5°С.

5.I44. Камуфлетирование свай производится последовательными рядами: в кустах первыми изготовляются средние сваи, а затем крайние.

5.I45. Когда расстояние между центрами уширенных пят меньше радиуса сотрясения, камуфлетирование производится через одну сваю. В таких случаях камуфлетирование промежуточных свай разрешается производить только после достижения 70% проектной прочности бетона соседних свай.

5.I46. В пробуренную скважину инвентарная обсадная труба опускается не до самого забоя /см.рис.26/, а до ограничителей или наклонных плоскостей воронки. При этом нижний конец трубы должен находиться над зарядом ВВ на расстоянии не меньше I,2 м при весе заряда до I,5 кг, I,5-I,6 - при весе заряда до 2 кг и I,8 - 2 м - при весе заряда больше 2 кг.

5.I47. Если обсадная труба не подвешена, а опущена до дна скважины в соответствии с пп.5.I24 и 5.I26, то производится подъем ее на высоту, указанную в п.5.I46, и ставится удерживающий хомут.

5.I48. Взрывные материалы завозятся на строительную площадку в количестве, не превышающем суточной потребности.

5.I49. Заготовка зарядов производится в специально оборудованном помещении. Во время работы взрывника на рабочей площадке помещение закрывается на замок и охраняется проинструктированным рабочим.

5.I50. Заряды ВВ упаковываются в дощатые ящики или металлические коробки /тару/ с отверстиями для вывода проводов электросети. Тара должна быть прочной и водонепроницаемой.

5.I5I. При диаметре скважин больше 500 мм к таре прикрепляются направляющие планки, чтобы опущенный заряд фиксировался в центре сечения.

5.I52. Для полной гарантии взрыва на один заряд ставятся по два электродетонатора, к которым присоединяются провода двух параллельных линий электросети.

Электродетонаторы должны быть с медными гильзами. При

отсутствии их боевики предохраняются от замачивания резиновыми или целлофановыми мешочками.

5.153. Места соединения концевиков электродетонаторов и проводов тщательно изолируются.

5.154. Для защиты электросети от истирания или повреждения провода протягиваются в пределах воронки /бункера/ через короткую газовую трубку или гибкий резиновый шланг.

При подводном бетонировании методом ВПТ или при помощи контейнера провода предохраняются по всей длине. В таких случаях нижний конец предохранительной трубки надежно прикрепляется к ящику с зарядом, верхний - выводится на поверхность, а промежуточные звенья соединяются муфтами.

5.155. Провода, по которым подается ток, и электродетонаторы предварительно должны быть проверены на проводимость электричества и пробиваемость изоляции. При этом разница в расчетном и измеренном сопротивлениях не должна превышать 10%.

5.156. После заделки крышки и проверки электросети ящик с зарядом опускается на проволоке или тросике в скважину и устанавливается в самое нижнее положение по оси сваи: при открытом конце трубы - на грунт, при закрытом конусном башмаке - на конус без подстилающего грунтового или бетонного слоя.

Чтобы заряд не всплывал, к ящику с зарядом привязывается груз. Объемный вес заряда вместе с тарой и грузом должен быть больше 1,5 г/см^3. В сухих скважинах вместо пригрузки заряд покрывается слоем песка толщиной 15-20 см.

5.157. Заряды с электродетонаторами ЭД-КЗ и ЭД-8-56 взрывают конденсаторными взрывными машинками КПМ-2 или ВМК 3/50 или любым источником электроэнергии, имеющим достаточную силу тока, но не меньше 2,5 а при переменном и 1,8 а при постоянном токе.

5.158. Радиус опасной зоны для людей устанавливается: для скважин небольшой глубины /до 4 м/ - 30 м, для скважин глубиной больше 4 м - 20 м.

5.159. После подачи сигнала об опасности на всех подходах в радиусе 30 м от камуфлетируемой скважины выставляются посты живого оцепления. Сигналы подаются руководителем взрывных работ с помощью свистка или ударами по рельсу.

Сигналисты оцепления назначаются из числа рабочих, выполняющих работы по устройству камуфлетных свай, которые инструктируются начальником команды взрывников и обеспечиваются красными флажками.

5.160. Перед взрывом все рабочие, ИТР и взрывники выходят за пределы опасной зоны. Кран, копер и другие машины и механизмы остаются вблизи взрываемых скважин на расстоянии не менее 5 м. При этом машинисты /шоферы/, как и все рабочие, удаляются из опасной зоны, а стекла кабин, обращенные в сторону взрыва, прикрываются щитами или матами.

5.161. После опускания в скважину заряда ВВ рабочим и техническому персоналу запрещается наклоняться над воронкой и заглядывать в скважину.

5.162. В качестве забойки сухих скважин и материала для камуфлетной пяты применяется бетонная смесь литой консистенции /осадка конуса 12-14 см/ марки не ниже 150 с крупным заполнителем /щебнем/ не более 40 мм. Объем растворной части должен быть на 5-10% больше нормы для обычного бетона.

В устойчивых связных грунтах для забойки и заполнения нижней части камуфлетных уширений также применяется раствор текуче-пластичной консистенции марки не ниже 100.

5.163. Заряд взрывают после заполнения скважины /трубы/ бетонной смесью или раствором на высоту, указанную в пп. 5.140-5.142.

5.164. Сбрасывать бетон в скважину или полость трубы с большой высоты разрешается только после образования над зарядом мягкого защитного слоя из песка или раствора толщиной не меньше 20 см. Такой слой предохраняет от преждевременного взрыва в результате детонации, которую могут вызвать удары крупного щебня, падающего с большой высоты.

5.165. При наличии большого притока воды через открытый конец трубы /сваи-оболочки/ последняя заполняется бетонной смесью подводным способом/при помощи контейнера или методом ВПТ/.

В таких случаях объем бетонной смеси в трубе назначается с учетом потребности ее на заполнение камуфлетной пяты и создание бетонной пробки по высоте не менее 2 м.

5.166. Отметка поверхности бетона или раствора в трубе до и после взрыва определяется измерением глубины при помощи лота, изготовленного из стальной рулетки, телефонного провода или мягкой проволоки и грузика с ограничителем на конце.

Ограничитель в виде широкой пластинки прикрепляется для торможения погружения грузика в бетонную смесь. Как только ограничитель достигнет поверхности смеси, провод ослабится и фиксируется искомое расстояние.

5.167. После камуфлетирования производится армирование и добетонирование ствола "насухо".

Примечание. Если по проекту не требуется установка арматурного каркаса, в свежеуложенный бетон головной части ствола втапливаются арматурные стержни без хомутов для связи с ростверком.

5.168. Добетонирование ствола камуфлетных свай подводным способом не рекомендуется.

5.169. Все скважины, находящиеся от подготовленных к взрыву зарядов на расстоянии меньше 3 м, должны быть закреплены на всю глубину обсадными трубами.

5.170. Устройство камуфлетных свай с железобетонным стволом заводского изготовления на первых стадиях работ осуществляется так же, как и с набивным, а затем производятся операции в такой последовательности /см.рис.27/:

после камуфлетирования добавляется бетон в образовавшуюся полость и ствол сваи на высоту, равную 1,5 диаметра уширенной пяты от центра заряда, с запасом на осадку после подъема трубы и уплотнения вибрацией,

поднимается обсадная труба с воронкой и устанавливается в другую скважину;

в скважину с помощью стрелового крана устанавливается железобетонная свая-стойка;

на голову сваи ставится вибропогружатель или паровоздушный молот с наголовником стаканного типа,и свая забивается до проектной отметки. При этом конусный конец сваи должен быть заглублен в бетонную смесь литой консистенции до центра пяты;

если имеются зазоры между стволом сваи и стенками скважины, то они заполняются жидким раствором марки 8-10.

Дефекты и способы их устранения

5.171. Если при длительном нахождении заряда ВВ в воде, обрыве проводов электросети или некачественных электродетонаторах заряд ВВ не взорвался и ствол заполнен бетоном, выборка которого затруднена, заряд ликвидируется следующим образом. Отрывается шурф /дудка диаметром 0,9 м/ или бурится вторая скважина рядом со скважиной с отказным зарядом глубиной на 20-30 см ниже забоя скважины. Отрывание шурфа или бурение скважины разрешается не раньше чем через 24 часа после укладки забоечной бетонной смеси. В шурф /скважину/ устанавливается другой заряд ВВ такого же веса. Провода электросети выволятся на поверхность земли, затем шурф /скважина/ заполняется бетонной смесью литой консистенции и производится взрыв.

После проседания бетонной смеси в камуфлетную полость ствол сваи формируется в обычном порядке.

5.172. При скважинах диаметром меньше 400 мм и бетонной смеси жесткой или пластичной консистенции с крупным заполнителем смесь после взрыва не проседает в образовавшуюся полость, а зависает в скважине или обсадной трубе.

В целях исключения зависаний смеси /"пробок"/ необходимо:

предусматривать бурение скважин с обсадкой их трубами диаметром не менее 400 мм;

применять бетонную смесь литой консистенции с осадкой конуса не менее 14 см.

Для ликвидации зависания смеси в трубе следует в воронку с обсадной трубой поставить вибропогружатель и включить в работу на 1-1,5 мин. для передачи вибрации трубе с бетонной смесью.

Если бетонная "пробка" образовалась в скважине ниже обсадной трубы, то трубу следует извлечь полностью вместе с бетонной смесью; оставшуюся "пробку" прорезать металлической трубой с открытым нижним концом при помощи вибропогружателя или вращением буровой установкой; затем установить повторно обсадную трубу с воронкой и заполнить бетонной смесью литой консистенции камуфлетную полость и ствол сваи.

5.173. В рыхлых или сыпучих грунтах бывают случаи, когда при недостаточном объеме бетонной смеси в трубе над зарядом после взрыва свод камуфлетной полости обрушается, и просевшая бетонная смесь покрывается грунтом. Этот дефект устраняется повторным камуфлетированием при взрыве заряда ВВ весом I/3-I/2 расчетного. При этом объем забоечной смеси должен соответствовать п.5.140.

5.174. При небольшой глубине скважины и предельном весе камуфлетного заряда у поверхности земли происходит рыхление грунта. В таких случаях рекомендуется:

увеличить глубину скважины;

уменьшить вес заряда ВВ с соответствующим перерасчетом свай и корректировкой проекта;

применить способ двойного камуфлетирования;

пригрузить поверхность земли тяжелой металлической или железобетонной плитой.

5.175. В процессе устройства камуфлетных свай ведется следующая документация:

а/ журнал забивки свай-оболочек; для буровых скважин - журнал бурения;

б/ журнал устройства свай с камуфлетной пятой /приложения I5-I7/.

Примечания: I. Журнал ведется специально выделенным техником или строймастером, освобожденным от работ, не связанных с устройством свай, под контролем начальника участка или инженера ПТО.

2. Диаметр камуфлетных пят для записи в журнале работ вычисляется по формулам /8/ - /I0/, см.п.5.139.

5.176. Контроль соответствия камуфлетных уширений в основании свай проектным осуществляется путем:

сравнения получаемых уширений по записям в журнале устройства /см.приложения I5-I7/ с проектными;

пооперационного контроля размеров скважин и расхода бетонной смеси с последующим вычислением диаметров по формулам /8/ - /I0/;

камуфлетирования пробными взрывами в связных грунтах с устойчивыми стенками скважин под водяной забойкой с просве-

чиванием и замером уширенных полостей прибором пантографного типа, аналогичного механическому расширителю /см.рис.20/.

Примечание. Камуфлетирование скважин с водяной забойкой выполняется по требованию технадзора в выборочном порядке по 2-3 взрыва на каждые 100 свай или на одно сооружение с меньшим количеством свай.

6. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

6.1. Проект свайных фундаментов разрабатывается после статических расчетов сооружения в целом и проектирования всех надфундаментных конструкций и элементов на основе результатов инженерно-геологических изысканий и исследований грунтов строительной площадки с учетом опыта строительства и данных испытания опытных свай статической нагрузкой согласно разделам 3 и 4 настоящих Указаний.

6.2. Проект фундаментов из буронабивных свай должен содержать:

а/ инженерно-геологические данные строительной площадки-геологические разрезы основания по основным осям сооружения и основные физико-механические характеристики грунтов всех напластований /см.п.3.4/;

б/ план фундаментов и вертикальные разрезы всех их типов с указанием необходимых размеров и отметок;

в/ рабочие чертежи конструкций всех типов свай и ростверков с указанием расчетной схемы нагрузок на каждый тип фундаментов, приведенных к центру тяжести куста свай в плане на отметке подошвы ростверка в виде суммарных значений вертикального усилия N, т изгибающего момента М, тм и горизонтального усилия Q, т, действующих во всех направлениях;

г/ расход и требования к материалам ростверков, стволов и уширенных пят, а также вид и количество ВВ /для камуфлетных свай/;

д/ количество и тип сборных элементов и основные объемы работ;

е/ проект производства работ, в составе которого должны быть:

строительный генеральный план объекта или комплекса объектов;

технологические карты со схемами устройства свай, ведомостями потребного оборудования, механизмов и приспособлений, последовательностью рабочих процессов и продолжительностью их выполнения, численностью и квалификационным составом бригад;

решения по выполнению мероприятий подготовительного периода;

указания по технике безопасности при работе на каждом этапе;

ведомости объемов работ и материалов;

схемы пооперационного контроля качества работ;

графики поточной организации строительства свайных фундаментов комплекса сооружений или зданий квартальной застройки;

ж/ расчетно-пояснительную записку с технико-экономическим обоснованием выбора конструкций и технологии работ /заказчику не передается, хранится в архиве проектной организации/.

Примечания: 1. Указанные в п.6.2 элементы проекта фундаментов можно совмещать.

2. Сваи на общем плане расположения необходимо пронумеровать.

3. Проект производства работ /см.п.6.2,е и частично п. 6.2, ж/ выполняется производственной организацией.

6.3. Рекомендуется следующий порядок проектирования фундаментов из буронабивных свай:

а/ по результатам инженерно-геологических изысканий на строительной площадке выбирается опорный пласт и назначаются отметки опирания пяты свай на грунт, а также глубины бурения /или продавливания/ скважин или забивки трубчатых оболочек согласно требованию п.6.7;

б/ выбирается вид свай и ориентировочно назначается высота ростверков;

в/ назначаются параметры свай согласно пп.6.4-6.6 и определяется их несущая способность в соответствии с пп.7.1 - 7.16;

г/ определяется необходимое количество свай, производится размещение их в плане, определяются усилия, действующие на сваи, рассчитываются и конструируются ростверки.

д/ определяется вес зарядов ВВ и производятся все необходимые расчеты /для камуфлетных свай/ согласно пп.5.132 - 5.143;

е/ проверяется устойчивость отдельных свай и фундаментов в целом, расположенных на откосах или подвергающихся горизонтальным усилиям;

ж/ определяются конечные осадки оснований одиночных свай и свайных кустов, опирающихся на сжимаемые породы, согласно пп.8.2-8.5 и 8.8-8.10;

з/ составляется расчетно-пояснительная записка с технико-экономическим обоснованием выбора конструкций фундаментов и технологии работ;

и/ разрабатывается проект производства работ в соответствии с требованиями п.6.2,е.

6.4. Буронабивные сваи и опоры могут применяться с уширенной пятой и без уширения. Наличие и размер уширенных пят определяются в зависимости от величины нагрузок и грунтовых условий. При этом следует исходить из целесообразности получения равенства расчетных нагрузок на сваю по материалу ствола и грунту.

6.5. Диаметр ствола сваи назначается из условия обеспечения необходимой прочности, но не менее 400 мм.

6.6. Отношение диаметра пяты D к диаметру ствола d обычно удовлетворяет условию

$$2 \leq \frac{D}{d} \leq 3,5.$$

Диаметры уширений, разбуриваемых механическими расширителями, рекомендуется назначать в пределах 1000-1800 мм с градацией через 200 мм; образуемых энергией взрыва /камуфлетных/ - в пределах 800-2000 мм с градацией через 100 мм; получаемых трамбованием жесткой бетонной смеси /типа Франки/ в пределах 800-1200 мм с учетом возможности отжатия грунта за пределы периметра скважины до 200 мм.

6.7. Нижний конец свай без уширений необходимо заглублять в выбранный опорный пласт не менее чем на 1 м, а с уширениями в основании - в связные грунты не менее чем на 1 м или один диаметр уширенной пяты, в крупнообломочные и песча-

ные грунты не менее чем на 0,3 м, считая от кровли выбранного пласта до подошвы уширения, разбуриваемого расширителем, и до центра камуфлетной пяты.

Примечания: 1. Выбор опорного пласта производится с учетом возможных изменений гидрогеологических условий в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

2. Заглубление сваи в грунт должно быть не менее 3 м.

3. Опирание нижних концов свай /пят/ на слабые грунты /торф, рыхлые пески, разнородные насыпные, просадочные и глинистые грунты консистенции $B > 0,5$/ не допускается.

6.8. Применение буронабивных свай в фундаментах зданий и сооружений, возводимых в районах залегания просадочных грунтов, допускается при условии прорезки всей просадочной толщи грунтов.

6.9. Армировать сваю следует в зависимости от вида и величины нагрузок.

При действии только вертикальных нагрузок, когда несущая способность ствола обеспечивается одним бетоном и по расчету армирование ствола не требуется, следует конструктивно армировать только головную часть ствола постановкой в свежеуложенный бетон отдельных стержней ϕ 14-20 мм, длиной 1400-2000 мм в количестве 4-12 шт. без хомутов или спирали. Выпуски для связи с ростверком необходимо оставить в пределах 250-400 мм /нижний предел для стволов диаметром 400 мм, верхний - диаметром 800 мм и более/.

При действии на сваю горизонтальных нагрузок и изгибающих моментов, когда по расчету на вертикальную нагрузку армирование ствола не требуется, следует армировать часть ствола. При этом длина арматурного каркаса должна приниматься в соответствии с п.7.11.

При передаче на сваю выдергивающих усилий или при нагрузках, обрезующихся вследствие активизации оползневых процессов в грунте, сваю необходимо армировать по всей длине /до подошвы пяты/.

6.10. Диаметр арматурного каркаса должен быть на 100-120 мм меньше диаметра буровой скважины. Каркас должен иметь достаточную жесткость, обеспечивающую его геометрическую неизменяемость при транспортировке и установке в скважину.

Жесткость каркаса увеличивается приваркой хомутов большого диаметра /10–16 мм/ или колец из полосовой стали толщиной 5–6 мм, шириной 50–60 мм с шагом 3–4 м вдоль длины каркаса.

Защитный слой бетона в свае обеспечивается приваркой к четырем продольным стержням каркаса по диаметрально противоположным сторонам скоб-полозьев. Расстояние между скобами по длине стержня должно быть не менее 2 м. Вместо скоб допускается прикрепление проволокой деревянных брусков по всей длине каркаса.

6.11. Свайные фундаменты следует проектировать с минимальным количеством типоразмеров свай на одной строительной площадке. Рекомендуется назначать не более 3 типов свай, отличающихся по диаметрам ствола и уширенных пят, а также глубине заложения.

6.12. Отметки подошвы свайных ростверков и соответственно голов свай, как правило, должны быть одинаковыми в пределах одного здания или продольного ряда фундаментов промышленного корпуса для устройства свай с перемещением самоходных буровых станков и автотранспорта по ровной площадке без уступов.

При устройстве буронабивных свай в котлованах или траншеях с разными отметками дна условия выполнения должны быть оговорены в рабочем проекте свайных фундаментов и решены в проекте производства работ.

6.13. Количество свай в одном фундаменте принимается по расчету. В отдельных случаях допускается применение одиночных свай-колонн.

6.14. В одном кусте подошва всех свай должна располагаться на одной отметке. Минимальное расстояние между осями свай принимается:

В плотных маловлажных грунтах (при сухом бурении скважин) . . . . . D + 500 мм

В неустойчивых водонасыщенных грунтах (при бурении под глинистым раствором). . . D + 750 мм

Для свай с уширенной пятой, образуемой трамбованием или взрывом (камуфлетных) 1,6D

В отдельных случаях в маловлажных связных грунтах расстояние может быть уменьшено до 1,3D , где D диаметр пяты.

6.15. Ширина ростверка /балки/ в мм при расположении свай в один ряд принимается равной

$$b = d + 50. \qquad /16/$$

6.16. Ширина ростверка при кустовом или многорядном расположении свай принимается равной

$$b = a(n-1) + d + 2e, \qquad /17/$$

где a – расстояние между осями свай, мм;

n – количество рядов;

d – диаметр ствола свай, мм;

e – свес ростверка /расстояние от края ростверка до ближайшей грани сваи в крайних рядах/, принимаемый не менее 100 мм.

6.17. Расчет свайных фундаментов и их оснований производится по трем предельным состояниям в соответствии с рекомендациями главы СНиП П-А.10-71 "Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования":

а/ по первому предельному состоянию /несущей способности/: по прочности – конструкции свай, ростверков и их оснований; устойчивости отдельных свай и свайных фундаментов, если на них передаются горизонтальные нагрузки в основном сочетании /подпорные стенки и др./ или если основания ограничены откосами;

б/ по второму предельному состоянию /деформациям/, осадкам и перемещениям – основания висячих одиночных свай при диаметре пят больше 800 мм и свайных фундаментов /кустов/, а также конструкции фундаментов;

в/ по третьему предельному состоянию /трещиностойкости/ – железобетонные сваи, сваи-оболочки и ростверки.

6.18. Нагрузки, действующие на свайные фундаменты и их основания, а также сочетания нагрузок и воздействий определяются согласно п.4.2 главы СНиП П-Б.5-67[X].

6.19. Расчет свайных фундаментов по первому и третьему предельным состояниям производится на основное и дополнительное или особое сочетание расчетных нагрузок от зданий и

сооружений и по расчетным сопротивлениям материала конструкций и грунтов оснований.

6.20. Расчет оснований свайных фундаментов по второму предельному состоянию производится на основное сочетание нормативных нагрузок от сооружений и по нормативным давлениям грунтов-оснований.

Примечание. Когда в расчете учитываются неравномерные осадки оснований, усилие в свайных фундаментах, вызываемое неравномерной осадкой, принимается в сочетании нагрузок как временная длительная нагрузка /без коэффициента перегрузки/.

6.21. Расчет по первому предельному состоянию производится по формуле /18/, по второму предельному состоянию - по формуле /19/

$$N \leq P; \qquad /18/$$

$$S \leq S_{пр}, \qquad /19/$$

где N - расчетная нагрузка на одну сваю или свайный фундамент в целом /либо его основание/, т, определяемая при проектировании здания или сооружения;

P - несущая способность сваи или фундамента в целом /либо его основания/, то есть нагрузка, допускаемая на сваю или свайный фундамент, т;

S - величина деформации /осадки или перемещения/ фундамента, определяемая расчетом по рекомендациям раздела 8 настоящих Указаний;

$S_{пр}$ - предельная величина деформаций /осадок или перемещений/ фундамента, устанавливаемая в задании на проектирование или согласно указаниям соответствующих нормативных документов по проектированию естественных оснований, зданий и сооружений.

6.22. Горизонтальную нагрузку на отметке подошвы ростверка разрешается принимать равномерно распределенной на все сваи фундамента.

6.23. Расчет по третьему предельному состоянию производится в соответствии со СНиП П-В.1-62^{х} и следующими требованиями:

а/ для железобетонных свай и ростверков ширина раскрытия трещин не должна превышать 0,3 мм;

б/ расчетные сопротивления для бетона свай следует принимать с учетом дифференцированных коэффициентов условий работы, принимаемых в соответствии с рекомендациями п.7.2.

6.24. Марку бетона для свай и ростверков следует назначать согласно пп.2.7-2.9 главы СНиП П-Б.5-67^{X}. При этом во всех случаях проектная марка бетона для свай и железобетонных оболочек должна быть не ниже 200, а для предварительно напряженных железобетонных свай-стоек и оболочек - не ниже 300.

6.25. При наличии агрессивных грунтовых вод или возможности попадания в грунт агрессивных производственных вод следует руководствоваться указаниями п.2.10 главы СНиП П-Б.5-67^{X}.

7. РАСЧЕТ СВАЙ ПО ПЕРВОМУ ПРЕДЕЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ

7.1. Несущую способность буронабивных свай следует принимать по наименьшему из двух значений, полученных при расчете:

а/ по сопротивлению материала ствола в соответствии с пп.7.2-7.10;

б/ по сопротивлению грунта основания сваи в соответствии с пп 7.12-7.23.

П р и м е ч а н и е. При наличии данных статических испытаний несущая способность свай принимается непосредственно по их результатам.

Несущая способность по материалу ствола

7.2. Несущая способность буронабивной сваи, работающей на осевую вдавливающую нагрузку, по материалу ствола $P_{ств}$, т, определяется по формуле

$$P_{ств} = 0{,}001\varphi\,(m_{б1}\, m_{б2} R_{пр} F + R_{ос} F_{а}), \qquad /20/$$

где φ – коэффициент продольного изгиба, учитываемый только в пределах свободной длины свай - от низа высокого ростверка до поверхности земли, принимаемый по табл.21 СНиП П-В.1-62^{X};

$m_{б1}$ – коэффициент условий работы, учитывающий бетонирование в вертикальном положении, принимаемый равным 0,85;

$m_{б2}$ – коэффициент условий работы, учитывающий бетонирование подводным способом /методом ВПТ/, принимаемый равным 0,7. При бетонировании в сухих скважинах, а также трубчатых полостей, свободных от воды, $m_{б2}$ принимается равным I,0;

$R_{пр}$ – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, кг/см^2;

F – наименьшая площадь поперечного сечения ствола сваи, см^2;

$R_{ас}$ – расчетное сопротивление арматуры сжатию, кг/см^2;

$F_а$ – площадь поперечного сечения арматуры, см^2.

7.3. Несущая способность сваи, работающей на осевую выдергивающую нагрузку, по материалу ствола-арматуры $P_в$, т, определяется по формуле

$$P_в = 0{,}001\, m\, R_а\, F_а\,, \qquad /21/$$

где m – коэффициент условий работы, учитывающий неравномерность передачи нагрузки на арматуру, принимаемый равным 0,6;

$R_а$ – расчетное сопротивление арматуры растяжению, кг/см^2.

7.4. Проверка прочности ствола сваи при горизонтальном действии нагрузки должна производиться в зависимости от жесткости ствола и условий заделки головы в ростверке.

По жесткости ствола сваи разделяются на жесткие и конечной жесткости.

К жестким относятся сваи, ствол которых поворачивается в грунте практически без изгиба вокруг нулевой точки, то есть такие, для которых условие /22/ не удовлетворяется.

К сваям конечной жесткости относятся сваи, удовлетворяющие условие /22/

$$\ell \geq K_0 \sqrt[4]{\frac{K_{и.с}\, B_т\, \Delta_г^н}{K_г\, d}}\,, \qquad /22/$$

где ℓ глубина заложения подошвы сваи /от поверхности грунта/, м;

K_o – коэффициент, принимаемый равным 5 для свай конечной жесткости со свободной головой и 7 – для свай конечной жесткости с защемленной головой в ростверке;

$K_{и.с}$ – коэффициент условий изгиба сваи в грунте, 1/м, принимаемый по табл.6;

$B_т$ – жесткость поперечного сечения сваи с учетом образования трещин в бетоне при изгибе ствола, тм^2, принимаемая по табл.7;

$\Delta_г^п$ – допускаемая величина перемещения ствола сваи на уровне поверхности грунта, м, указанная в проекте, а при отсутствии указаний – равная 0,01 м;

$K_г$ – постоянное значение горизонтального коэффициента постели грунта на уровне условной заделки, т/м^3, принимаемое по табл.6.

По условию заделки головы в ростверке следует различать сваи со свободной и защемленной головой.

К сваям со свободной головой относятся одиночные и объединенные общим ростверком сваи при их расположении в один ряд перпендикулярно направлению действия горизонтальной нагрузки.

К сваям с защемленной головой относятся сваи, объединенные общим жестким ростверком, при наличии не менее двух свай в направлении действия горизонтальной нагрузки.

Таблица 6

Значения $K_г$ и $K_{и.с}$

Глинистые грунты консистенции, В	$K_г$, т/м^3	$K_{и.с}$ 1/м	Песчаные грунты средней плотности	$K_г$, т/м^3	$K_{и.с}$, 1/м
0,00	880	2,84	Крупные пески	550	1,0
0,10	550	2,54	Пески средней крупности	240	1,0
0,20	330	1,96			
0,30	240	1,67	Пески мелкие	190	1,0
0,40	190	1,58			
0,50	170	1,58	Пески пылеватые	170	1,0
0,60	160	1,58			

Примечание. Значения коэффициентов $K_г$ и $K_{и.с}$ для лесса и лессовидных грунтов принимаются для состояния их полного водонасыщения по значению консистенции В, соответствующему этому состоянию.

Таблица 7

Жесткость поперечного сечения буронабивной сваи с учетом образования трещин в бетоне $B_т$, тм^2

Процент армирования μ	Марка бетона	Диаметр ствола сваи, мм					
		400	500	600	800	1000	1200
0,4	200	298	823	1675	5700	14113	29600
	300	322	840	1750	5800	14590	30386
0,6	200	420	1080	2328	7820	19512	41532
	300	446	1130	2410	8030	20220	42808
0,8	200	520	1373	2873	9829	24831	52643
	300	553	1410	3010	10220	25700	54327
1,0	200	631	1631	3442	11679	29710	62700
	300	657	1690	3630	12230	30640	65208
1,2	200	719	1816	3951	13605	34901	72926
	300	753	1930	4110	14140	35860	75584
1,4	200	797	2086	4446	15207	38837	82281
	300	839	2190	4650	15860	40060	84924
1,6	200	884	2509	5015	16970	43192	91321
	300	933	2430	5260	17750	44700	95270
1,8	200	957	2507	5531	18492	47129	100435
	300	1012	2640	5730	19380	49310	104212
2,0	200	1036	2721	6012	20127	51284	108670
	300	1094	2870	6240	21129	53280	112918
2,2	200	1097	2951	6439	21665	55383	117589
	300	1164	3066	6692	22524	57611	122332
2,4	200	1187	3146	6891	23081	58770	126287
	300	1235	3273	7170	24251	61162	130635
2,6	200	1233	3302	7280	24578	62888	133740
	300	1310	3492	7578	25585	65490	139268
2,8	200	1308	3518	7691	26154	66755	142530
	300	1389	3665	8009	27241	69535	147580
3,0	200	1386	3694	8123	27596	72241	150054
	300	1445	3849	8462	28743	75737	156284

Примечание. Жесткости приведены для свай, армированных каркасом из стали класса А-II при защитном слое бетона 60 мм и симметричном расположении стержней по периметру каркаса.

7.5. Проверка прочности ствола сваи при действии горизонтальной нагрузки производится:
при постоянном армировании по длине ствола – по формуле

$$M_{св\,max} \leq M_p , \qquad /23/$$

при армировании, переменном по длине ствола–по формуле

$$M_{св}(X) \leq M_p(X), \qquad /24/$$

где $M_{св\,max}$ – максимальный изгибающий момент в сечении сваи, возникающий от расчетных нагрузок, тм, определяемый в соответствии с пп. 7.7–7.9;

M_p – расчетный изгибающий момент, воспринимаемый поперечным сечением сваи, тм;

$M_{св}(X)$ – изгибающий момент в сечении сваи, возникающий от расчетных нагрузок на глубине X : для жестких свай – от поверхности грунта, для свай конечной жесткости – от уровня условной заделки ствола в грунте, тм;

$M_p(X)$ – расчетный изгибающий момент, воспринимаемый сечением сваи на глубине x , тм.

7.6. Величина M_p и $M_p(X)$ для свай, бетонируемых сухим способом, определяется по табл.8, а под глинистым раствором – по табл.9.

7.7. Величина $M_{св}(X)$ для свай конечной жесткости со свободной головой определяется по формуле

$$M_{св}(X) = P_r\,(H + \ell_o) - \frac{1}{2}\,\omega_{r\,c}\,\ell_o^4 + (\omega_{r\,c}\,\ell_o^3 - P_r)X - \\ - \omega_{r.c}\,(\ell_o - 0{,}5X)X^3, \qquad /25/$$

где P_r – расчетная горизонтальная нагрузка на сваю, т;

H – высота приложения нагрузки от поверхности грунта, м;

ℓ_o – глубина условной заделки сваи со свободной головой в грунте, м,

$$\ell_o = 0{,}7\,\ell\,\epsilon_3 , \qquad /26/$$

Таблица 8

Величина M_p, воспринимаемого поперечным сечением буронабивной свай, бетонируемой сухим способом, тм

Процент армирования μ	Марка бетона	Диаметр ствола, мм					
		400	500	600	800	1000	1200
0,4	200	2,104	4,21	7,212	17,85	35,40	61,42
	300	2,379	4,467	7,553	18,55	36,64	63,59
0,6	200	2,997	5,992	10,35	25,70	51,06	89,22
	300	3,198	6,326	10,93	26,98	53,16	92,92
0,8	200	3,822	7,697	13,35	33,26	66,20	115,50
	300	4,114	8,196	14,08	34,84	69,38	120,80
1,0	200	4,623	9,332	16,23	40,56	80,86	141,20
	300	4,989	9,926	17,17	42,59	84,92	147,70
1,2	200	5,399	10,92	19,01	47,65	95,33	163,80
	300	5,814	11,67	20,15	50,24	100,00	174,70
1,4	200	6,124	12,47	21,76	54,61	109,10	190,70
	300	6,590	13,30	23,06	57,53	114,70	199,90
1,6	200	6,844	14,02	25,04	61,50	123,20	215,40
	300	7,390	14,95	26,58	64,91	129,40	226,10
1,8	200	7,554	15,52	27,69	68,31	137,00	239,80
	300	8,131	16,54	29,40	72,16	144,20	251,90
2,0	200	8,276	16,98	30,39	74,97	149,90	262,90
	300	8,888	18,11	32,28	79,18	157,70	276,10
2,2	200	8,959	18,48	33,08	81,53	163,40	286,70
	300	9,660	19,73	35,09	86,01	172,10	301,30
2,4	200	9,626	19,90	35,65	88,05	176,00	310,30
	300	10,36	21,24	37,83	92,94	185,20	325,90
2,6	200	10,32	21,33	38,20	94,44	189,30	332,80
	300	11,08	22,75	40,59	99,64	199,20	349,50
2,8	200	10,98	22,71	40,81	100,80	202,50	356,10
	300	11,80	24,21	43,25	106,40	213,10	373,90
3,0	200	11,64	24,12	43,38	107,50	223,80	379,10
	300	12,50	25,72	46,02	113,50	235,80	398,20

Примечания: 1. Величины M_p вычислены для арматурной стали класса А-II при защитном слое бетона 60 мм и симметричном расположении рабочих стержней по периметру каркаса.

2. Расчетное сопротивление бетона принято с учетом коэффициентов условий работы.

3. $\mu = \frac{4F_a}{\pi d^2}$, где F_a – площадь поперечного сечения продольной арматуры;

4. При другом классе арматурной стали величина M_p принимается с пересчетом процента армирования по соотношению расчетных сопротивлений арматурной стали.

Таблица 9

Величины M_p, воспринимаемого поперечным сечением буронабивной сваи, бетонируемой под глинистым раствором, тм

Процент армирования μ	Марка бетона	Диаметр ствола, мм					
		400	500	600	800	1000	1200
0,4	200	2,033	4,077	6,984	17,40	34,55	60,19
	300	2,168	4,322	7,378	18,21	36,01	62,54
0,6	200	2,873	5,800	10,09	25,06	49,84	87,13
	300	3,099	6,145	10,60	26,34	52,17	90,95
0,8	200	3,676	7,454	12,94	32,33	64,60	112,70
	300	3,936	7,935	13,69	34,07	67,74	117,80
1,0	200	4,448	9,028	15,71	39,42	78,80	137,60
	300	4,795	9,628	16,68	41,55	82,64	144,10
1,2	200	5,183	10,56	18,45	46,37	92,79	162,50
	300	5,590	11,25	19,54	48,86	97,45	170,40
1,4	200	5,899	12,06	21,09	53,08	106,20	185,80
	300	6,349	12,83	22,35	56,01	111,60	194,90
1,6	200	6,593	13,55	24,25	59,74	119,80	209,90
	300	7,100	14,44	25,76	63,02	126,00	220,50
1,8	200	7,280	14,98	26,78	66,36	133,30	233,50
	300	7,836	16,00	28,44	70,06	140,30	245,40
2,0	200	7,957	16,42	29,46	72,85	145,80	256,10
	300	8,557	17,50	31,27	76,81	153,30	269,00
2,2	200	8,625	17,86	32,04	79,26	159,00	279,30
	300	9,258	19,01	33,98	83,53	167,30	293,30
2,4	200	9,279	19,25	34,56	85,58	171,30	302,50
	300	9,970	20,50	36,62	90,21	180,10	317,40
2,6	200	9,940	20,62	37,07	91,86	184,30	324,40
	300	10,66	21,97	39,28	96,84	193,80	340,30
2,8	200	10,58	21,97	39,58	98,12	197,30	347,20
	300	11,35	23,37	41,87	103,40	207,20	364,10
3,0	200	11,23	23,36	42,11	104,60	218,20	369,90
	300	12,03	24,80	44,56	110,10	228,90	387,70

Примечание. См. примечания к табл. 8.

ξ_3 – безразмерный коэффициент, определяемый из графика на рис. 29 в зависимости от отношения $\frac{K_{н.с}\, B_r\, \Delta r}{K_r\, d}$ и глубины заложения сваи l или по формуле

$$\xi_3 = th\, \frac{5,9}{l} \sqrt[4]{\frac{K_{н.с}\, B_r\, \Delta r}{K_r\, d}},$$

Δ_r – горизонтальное перемещение ствола сваи на уровне поверхности грунта, м, определяемое графо-аналитически из выражения /42/ путем подбора такой его величины, которая, будучи подставлена в это выражение, давала бы расчетное значение горизонтальной нагрузки P_r;

$$\omega_{r.c} = \frac{K_r A d}{6 \ell_c^2};$$

A – линейный параметр, равный: для связных грунтов – 0,17 м, для несвязных – 0,5м;

K_r. $K_{n.c}$, d, B_r – те же значения, что и в выражении (22).

Величина $M_{св\ max}$ для этих свай определяется по формуле /25/ при $x = x_m$ или приближенно по зависимости:

$$M_{св\ max} = P_r (H + 0.35 \ell_o), \qquad /27/$$

где P_r, H и ℓ_o – те же значения, что и в формуле /25/;

X_m – расстояние от уровня условной заделки сваи в грунте до сечения ствола, в котором возникает наибольшее значение $M_{св\ max}$, определяемое из выражения /28/ при величине поперечной силы $Q_{св}(x) = 0$

$$Q_{св}(x) = P_r - \omega_{r\,c} \left[\ell_o^3 - (3\ell_o - 2x) x^2 \right]. \qquad /28/$$

7.8. Величина $M_{св}(x)$ для свай конечной жесткости с защемленной головой в ростверке определяется по формуле

$$M_{св}(x) = P_r (H + \ell_{оз}) - M_{защ} - \frac{1}{2} \omega_{r\,з} (\ell_{оз} - 3H)(H + \ell_{оз})^3 +$$

$$+ \left[\omega_{r\,з} (\ell_{оз} + H)^2 (\ell_{оз} - 2H) - P_r \right] x - \omega_{r\,з} (\ell_{оз} - 0.5x) x^3, \qquad /29/$$

где $\ell_{оз}$ – условная глубина заделки сваи с защемленной головой, м

$$\ell_{оз} = \ell \xi_з; \qquad /30/$$

ℓ и $\xi_з$ – те же значения, что и в формуле /26/

$$\omega_{r.з} = \frac{K_r A d}{6 \ell_{оз}^2};$$

$M_{защ.}$ – изгибающий момент на уровне подошвы ростверка, тм,

$$M_{защ.} = \frac{1}{2} P_r (\ell_{из} + H) - \frac{3}{20} \omega_{r.з} (\ell_{из} + H)^3 (\ell_{из} - 4H). \quad /31/$$

Максимальный изгибающий момент в свае с защемленной головой в ростверке возникает на уровне подошвы ростверка и равен величине $M_{защ.}$, определяемой по формуле /31/.

Наибольшее значение изгибающего момента ниже поверхности грунта определяется по формуле /29/ при $x = x_m$. Величина x_m определяется из выражения /32/ при величине поперечной силы $Q_{св}(x) = 0$

$$Q_{св}(x) = P_r - \omega_{r.з} \left[(\ell_{из} + H)^2 (\ell_{из} + 2H) + (3\ell_{из} - 2x) x^2 \right]. \quad /32/$$

Примечание. При вычислении $\ell_{из}$ величина Δ_r определяется графо-аналитически по формуле /43/ или /44/, так же, как и в п.7.7.

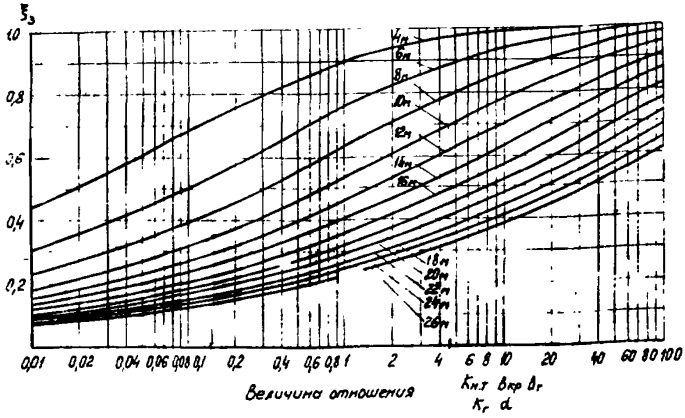


Рис.29. Графики функции ξ_3 для свай длиной 4–26 м.

7.9. Величина $M_{св}(x)$ для жестких свай со свободной головой определяется по формуле

$$M_{св}(x) = P_r (H + x) - \omega_{r.ж} (4\ell\xi_ж - 3x) x^2 \Phi_1 , \quad /33/$$

где x – расстояние, м, от поверхности грунта до сечения сваи, для которого определяется величина $M_{св}(x)$;

$\omega_{r.ж} = \frac{K_r A_ж d'}{12 \ell^2 \xi_ж}$;

$A_ж$ – линейный параметр, принимаемый равным 1,2 м;

$\xi_ж$ – относительная глубина точки поворота сваи

$$\xi_ж = \frac{4\alpha + 3}{6\alpha + 4} , \quad \alpha = \frac{H}{\ell} ; \quad /34/$$

Φ_1 – значение экспоненциальной функции, принимаемое по табл.10 в зависимости от величины Δ_r;

Δ_r – горизонтальное перемещение, определяемое графо-аналитически из выражения /45/, аналогично свае конечной жесткости /п.7.7/;

K_r, H, ℓ, d – те же значения, что и в формулах /25/ – /26/;

Максимальный изгибающий момент $M_{св.макс.}$ в сечении ствола жесткой сваи определяется по формуле /33/ при $x = X_m$. При этом величина X_m определяется из выражения /35/ при величине поперечной силы $Q_{св.}(x) = 0$

$$Q_{св}(x) = P_r - \omega_{r.ж} (6\ell\xi_ж - x) x^2 \Phi_1 \quad /35/$$

7.10. Изгибающие моменты в стволе жестких свай с защемленной головой в ростверке определяются в соответствии с "Рекомендациями по расчету фундаментов глубокого заложения опор мостов" /М., ЦНИИС, 1970/.

7.11. Армирование ствола сваи, воспринимающей горизонтальные нагрузки, допускается переменным по длине в зависимости от величины изгибающего момента, определяемого: для свай конечной жесткости со свободной головой – по формуле /25/, для свай конечной жесткости защемленной головой в ростверке – по формуле /29/, а для жестких свай со свободной головой по формуле /33/. При этом глубина армирования ствола свай конечной жесткости должна быть на 1,5-2 м

больше условной глубины заделки сваи в грунте, определяемой по формулам /26/ и /30/.

Таблица 10

Значения функции Φ_1

Δ_r, мм	Φ_1	Δ_r, мм	Φ_1	Δ_r, мм	Φ_1
0	0,0	22	0,436	64	0,623
I	0,II5	24	0,45I	66	0,628
2	0,I58	26	0,464	68	0,634
3	0,I90	28	0,476	70	0,639
4	0,2I6	30	0,487	72	0,645
5	0,239	32	0,498	74	0,650
6	0,259	34	0,509	76	0,655
7	0,276	36	0,5I9	78	0,660
8	0,292	38	0,529	80	0,664
9	0,307	40	0,538	82	0,669
I0	0,320	42	0,546	84	0,674
II	0,333	44	0,555	86	0,678
I2	0,345	46	0,563	88	0,682
I3	0,356	48	0,570	90	0,686
I4	0,367	50	0,578	92	0,690
I5	0,377	52	0,585	94	0,694
I6	0,386	54	0,592	96	0,698
I7	0,396	56	0,599	98	0,702
I8	0,404	58	0,605	I00	0,705
I9	0,4I3	60	0,6II	I50	0,777
20	0,42I	62	0,6I7	200	0,823

Несущая способность по грунту

7.I2. Несущая способность сваи-стойки $P_{гр}$, $т$, определяется по формуле

$$P_{гр} = km R^{н} F, \qquad /36/$$

где K, m – соответственно коэффициенты однородности грунта и условий работы; их произведение принимается для скального грунта равным 0,5; для крупнообломочных и других практически несжимаемых грунтов – 0,7;

$R^н$ – нормативное сопротивление грунта под пятой сваи, т/м^2, принимаемое:

а/ для свай и свай-оболочек, заделанных в скальный грунт не менее чем на 0,5 м и заполненных бетоном,

$$R^н = R_{сж}\left(\frac{h_з}{d_з} + 1{,}5\right), \qquad /37/$$

где $R_{сж}$ – среднее арифметическое значение временного сопротивления скального грунта одноосному сжатию в водонасыщенном состоянии, т/м^2;

$h_з$ – глубина заделки сваи в скальный грунт, м;

$d_з$ – наружный диаметр заделанной в скальный грунт части ствола буронабивной сваи или сваи-оболочки, заполненной бетоном на высоту не менее трех ее диаметров, м;

б/ для свай и свай-оболочек с бетонным ядром, опирающихся на крупнообломочные грунты с песчаным заполнением, пески гравелистые крупные и средней крупности плотные, а также глинистые грунты твердой консистенции – по табл.II настоящих Указаний.

F – площадь опирания сваи на грунт, м^2.

Таблица II

Значения коэффициентов условий работы m_1, зависящих от размеров и типа пяты

Диаметр нижнего конца /пяты/, мм	Способ подготовки основания		
	Разбуривание с зачисткой в сухих скважинах	Разбуривание под водой или глинистым раствором	Уплотнение взрывом или трамбованием
400-500	I,2	I,I	I,4
600-800	I,0	0,9	I,2
I000-I200	0,9	0,8	I,I
I400-I600	0,8	0,7	I,0
I800-2000	0,7	0,6	0,9
2400-3000	0,6	0,5	0,8

7.13. Несущая способность висячей буронабивной сваи и сваи-оболочки, погружаемой с выемкой грунта, работающих на осевую вдавливающую нагрузку $P_{гр}$, т, определяется как сумма расчетных сопротивлений грунтов под пятой и по боковой поверхности по формуле

$$P_{гр} = K\left(m_1 R^{н} F + U\Sigma m_2 f_i^{н} \ell_i\right), \qquad /38/$$

где K – коэффициент однородности грунта, принимаемый равным 0,7;

m_1 – коэффициент условий работы, зависящий от размеров и типа пяты, принимаемый по табл. 11;

$R^{н}$ – нормативное /предельное/ сопротивление грунта под подошвой пяты, т/м^2, определяемое для глинистых и лессовидных грунтов по табл. 12, а для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнением и песчаных грунтов в соответствии с п.5.8, СНиП П-Б.5-67^{х} по формуле /8/ или приближенно по табл. 12;

F – площадь опирания пяты на грунт /проекция наибольшего поперечного сечения на горизонтальную плоскость/, м^2;

U – периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

m_2 – коэффициент, зависящий от способов образования скважин и ствола сваи, принимаемый по табл. 13;

$f_i^{н}$ – нормативное /предельное/ сопротивление по боковой поверхности ствола сваи i-го слоя грунта, т/м^2, определяемое по табл. 14.;

ℓ_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося со стволом сваи, исключая переходную часть от уширенной пяты, равную $0{,}7D$.

Условия расчета несущей способности свай, прорезающих просадочные и торфяные напластования

7.14. Нормативное сопротивление грунта по боковой поверхности ствола свай $f_i^{н}$ в пределах просадочной толщи грунтов I типа, которые могут быть подвержены замачиванию, определяется с учетом состояния их полного водонасыщения

Таблица 12

Нормативные /предельные/ сопротивления грунта под подошвой буронабивных свай R'', т/м^2

Глубина опирания пяты на грунт, м	Песчаные грунты средней плотности						Лесс и лессовидные суглинки консистенции В						
	крупные и гравелистые	средней крупности	-	мелкие	пылеватые	-							
	Глинистые грунты консистенции В												
	≤ 0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	≤ 0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	160	140	120	100	80	60	100	90	80	70	60	50	40
4	180	160	130	110	90	70	110	100	90	75	65	55	45
5	200	170	140	120	100	80	120	110	100	80	70	60	50
7	240	200	160	130	110	90	130	120	110	90	80	70	60
10	300	230	180	150	120	100	150	130	120	100	90	80	70
15	380	300	240	200	150	120	200	160	150	130	110	100	80
20	460	370	300	250	180	140	250	200	180	160	140	120	100
25	540	440	360	300	210	160	300	250	210	190	160	140	120
30	620	520	430	350	240	180	350	300	240	220	180	160	140
35	700	600	500	400	300	200	400	350	300	250	200	180	160

Примечания: 1. Для плотных песков R'' увеличивается на 30%, если способ бурения и зачистки забоя скважины обеспечивает сохранность естественной структуры основания.

2. Для промежуточных глубин опирания свай на грунт и промежуточных значений коэффициента консистенции В R'' определяется интерполяцией.

3. Глубину опирания пяты сваи на грунт при планировке территории срезкой, подсыпкой, намывом до 3 м следует принимать от уровня природного рельефа, а при срезке, подсыпке, намыве более 3 м - от условной отметки, расположенной на 3 м выше срезки или уровня природного рельефа.

Таблица I3

Значения коэффициентов m_2, зависящих от способов образования скважины и ствола сваи

Способ образования скважины и ствола сваи	Вид грунта				
	Песок	Супесь	Суглинок	Глина	Лесс и лессовидные суглинки
Продавливание скважины при помощи инвентарной трубы /лидера/, а также забивка оставляемой в грунте оболочки /трубы/ с закрытым концом без подмыва	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0
То же, с подмывом	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Бурение скважины с устройством набивного ствола, а также забивка оболочки /трубы/ с открытым нижним концом с извлечением грунта изнутри трубы	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Бурение лидерной скважины с забивкой в нее сваи-стойки заводского изготовления:					
при диаметре скважины на 50 мм меньше диаметра стойки круглого сечения или стороны квадратного сечения	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
при диаметре скважины, равном стороне стойки квадратного сечения	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6
при диаметре скважины на 50 мм больше стороны стойки квадратного сечения/врезка в грунт углами/	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5

Таблица I4

Нормативные /предельные/ сопротивления грунта по боковой поверхности ствола сваи f_i'', т/м^2

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Песчаные грунты средней плотности			–	–	–	Лесс и лессовидные суглинки консистенции В					
	крупные и средней крупности	мелкие	пылеватые									
	Глинистые грунты консистенции В											
	≤ 0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	≤ 0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
I	3,5	2,3	I,5	I,2	0,5	0,2	2,3	I,5	I,2	0,5	0,2	0,I
2	4,2	3,0	2,0	I,7	0,7	0,3	3,0	2,0	I,7	0,7	0,3	0,2
3	4,8	3,5	2,5	2,0	0,8	0,4	3,5	2,4	2,0	0,8	0,4	0,3
4	5,3	3,8	2,7	2,2	0,9	0,5	3,8	2,7	2,2	0,9	0,5	0,4
5	5,6	4,0	2,9	2,4	I,0	0,6	4,0	2,8	2,4	I,0	0,6	0,5
7	6,0	4,3	3,2	2,5	I,I	0,7	4,3	3,I	2,5	I,I	0,7	0,6
I0	6,5	4,6	3,4	2,6	I,2	0,8	4,6	3,4	2,6	I,2	0,8	0,7
I5	7,2	5,I	3,8	2,8	I,4	I,0	5,I	3,8	2,8	I,4	I,0	0,9
20	7,9	5,6	4,I	3,0	I,6	I,2	5,6	4,I	3,0	I,6	I,2	I,I
25	8,6	6,I	4,4	3,2	I,8	I,4	6,0	4,4	3,2	I,8	I,4	I,3
30	9,3	6,6	4,7	3,4	2,0	–	–	–	–	–	–	–
35	I0,0	7,0	5,0	3,6	2,2	–	–	–	–	–	–	–

Примечания: I. Среднее значение f_i'' принимается на глубине, соответствующей расстоянию от низшего уровня воды в реке или поверхности земли до средины толщины однородного слоя грунта ℓ_i.

2. В сваях с уширенной пятой f_i'' учитывается в пределах цилиндрической части ствола /от поверхности земли до переходной части к уширенной пяте/.

3. Для плотных песчаных грунтов f_i'' увеличивается на 30%.

/ $G \geq 0{,}8$/, а при отсутствии таких данных по табл.I4 при коэффициенте консистенции B = 0,4.

7.I5. Сопротивление грунта по боковой поверхности ствола свай в пределах просадочной толщи грунтов II типа /по определению п.I.6 СНиП II-Б.2-62[X]/, которые могут быть подвержены аварийному замачиванию сверху, /например, в жилых и общественных зданиях/ в расчете не учитывается и принимается равным нулю; при замачивании всей просадочной толщи до полного водонасыщения - при кустовом расположении свай с низким ростверком или свайном поле - также принимается равным нулю, а для одиночных свай или расположенных в один ряд по контуру несущих стен учитывается со знаком минус и принимается как дополнительная пригрузка равным: при $\ell \leq$ I5 м $f_i^n = -$ I т/м2; при I5 $< \ell \leq$ 20 м $f_i^n = -$ I,5 т/м^2; при $\ell >$ 20 м $f_i^n = -$ 2 т/м^2.

Примечание. Указанные в п.7.I5 значения f_i^n подлежат уточнению по результатам испытаний в соответствии с пп. 4.80-4.84.

7.I6. Для одиночных свай и опор-колонн в фундаментах высотных и других ответственных зданий и сооружений, если просадочные грунты II типа могут быть подвержены обводнению снизу /подъем грунтовых вод, сезонные подтопления и т.п./, то f_i^n в пределах просадочной толщи должно приниматься по табл.I4 для грунтов в естественном состоянии /до замачивания/ со знаком минус или по результатам комплексных испытаний в соответствии с пп.4.80-4.84.

7.I7. Если в пределах прорезаемых грунтов имеются напластования торфа толщиной более 30 см и возможна планировка строительной площадки подсыпкой или иная загрузка площадки, эквивалентная подсыпке, то f_i^n выше подошвы нижнего слоя торфа принимается:

а/ при подсыпках до 2 м - для грунтов, включая подсыпку и слои торфа, равным нулю;

б/ при подсыпках от 2 до 5 м - для грунтов, включая подсыпку, равным 0,4 значений по табл. I4 со знаком минус, а для торфа - минус 0,5 т/м^2;

в/ при подсыпках более 5 м - для грунтов, включая подсыпку, равным значениям по табл. I4 со знаком минус, а для торфа - минус 0,5 т/м^2.

7.18. Несущая способность армированной буронабивной сваи с уширенной пятой, работающей на осевую выдергивающую нагрузку, $P_в$, т, определяется по формуле

$$P_в = km(m_1 R'' \omega + U\Sigma m_2 f_i'' \ell_i) + Q, \qquad /39/$$

где $k, m_1, R'', U, m_2, f_i'', \ell_i$ – те же значения, что в формуле /38/;

m – коэффициент условий работы для уширений, заглубленных в грунт не менее 5 м при глинистых грунтах и 6 м при песчаных грунтах /от планировочной отметки до центра уширенной пяты/, принимаемый равным: для нагрузок, возрастающих ступенями, m=0,8; для нагрузок пульсирующих и знакопеременных в глинах и суглинках при $B \leq 0{,}5$ $m = 0{,}7$; в глинах и суглинках при $0{,}5 < B \leq 0{,}75$, песках маловлажных и супесях при $B < 0$ $m = 0{,}6$; в глинах и суглинках при $0{,}75 < B \leq 1$, песках влажных и супесях при $0 \leq B \leq 1$ $m = 0{,}5$; глинах, суглинках и супесях при $B > 1$ и песках водонасыщенных $m = 0{,}4$;

ω – площадь передачи давления на вышележащий пласт грунта /площадь проекции уширенной пяты на горизонтальную плоскость за вычетом площади поперечного сечения ствола, примыкающего к пяте/, $м^2$;

Q – собственный вес сваи в водонасыщенных грунтах, принимается с учетом взвешивающего действия воды, т.

7.19. Диаметр уширенной пяты определяется, исходя из условия равенства несущей способности сваи по материалу ствола и грунту / $P_{ств} = P_{гр}$ / для висячей сваи из формулы /38/

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi k m_1 R''} \left(P_{ств} - k U \Sigma m_2 f_i'' \ell_i\right)}, \qquad /40/$$

для анкерной сваи из формулы /39/

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi}\left(\frac{P_a - km U \Sigma m_2 f_i'' \ell_i - Q}{k m m_1 R''} + \omega_1\right)}, \qquad /41/$$

где ω_1 – площадь поперечного сечения ствола сваи; остальные обозначения те же, что в формуле /38/.

7.20. Несущая способность сваи конечной жесткости со свободной головой $P_{св.г}$, т, при горизонтальной нагрузке и заданной величине горизонтального перемещения на уровне поверхности грунта $\Delta_г$ определяется по формуле

$$P_{св.г} = \frac{1}{1 + 1{,}5\frac{H}{\ell_0}} \left(\frac{3 B_г \Delta_г}{\ell_0^3} + 0{,}35 \omega_{гс} \ell_0^3 \right), \qquad /42/$$

где H, ℓ_0, $B_г$ и $\omega_{г.с}$ – те же значения, что и в формулах /22/ и /25/;

$\Delta_г$ – горизонтальное перемещение сваи на уровне поверхности грунта, принимаемое равным допустимой величине, указанной в проекте, а при отсутствии указаний – $\Delta_г = 0{,}01$ м.

7.21. Несущая способность сваи конечной жесткости с защемленной головой в ростверке $P_{з.г}$, т, при горизонтальной нагрузке и заданной величине горизонтального перемещения $\Delta_г$ определяется по формуле

$$P_{з.г} = \frac{12 B_г \Delta_г}{L_1} + \frac{2 \omega_{г.з} \ell_{оз}^2}{5 L_1} \left[\ell_{оз}^4 + \frac{1}{4} \left(\ell_{оз} + H \right)^2 \left(\ell_{оз}^2 + L_2 \right) \right], \qquad /43/$$

где $L_1 = \ell_{оз}^2 \left(\ell_{оз} + 3H \right)$;

$L_2 = H(7\ell_{оз} - 54H)$;

H – расстояние от поверхности грунта до низа ростверка, м.

$\omega_{г\,з}, \ell_{оз}$ – те же значения, что и в формуле /29/.

При $H = 0$ /при низком ростверке/ $L_1 = \ell_{оз}^3$, $L_2 = 0$ и формула /43/ принимает вид

$$P_{з.г} = \frac{12 B_г \Delta_г}{\ell_{оз}^3} + \frac{1}{12} \omega_{г.з} \ell_{оз}^3. \qquad /44/$$

7.22. Несущая способность жесткой сваи со свободной головой $P_{г.ж}$, т, при заданной величине горизонтального перемещения на уровне поверхности грунта $\Delta_г$ определяется по

формуле

$$\rho_{г.ж} = \frac{\omega_{г.ж}\,\ell^3}{\xi_ж + \alpha}\left(6\xi_ж^2 - 8\xi_ж + 3\right)\Phi_1, \qquad /45/$$

где $\omega_{г.ж}, \ell, \xi_ж, \alpha, \Phi_1$ – те же значения, что и в формулах /33/, /34/.

7.23. Формулы /42/, /43/, /44/ и /45/ распространяются на расчет свай, заглубленных в однородное основание в пределах глубины изгиба ствола. При наличии нескольких разнородных слоев приведенные формулы можно применять, используя средневзвешенное значение постоянной величины горизонтального коэффициента постели

$$K_{г.с} = \frac{H_{гр}}{\sum_1^n \frac{h_i}{K_{г\,i}}}, \qquad /46/$$

где $H_{гр}$ – глубина заложения жесткой сваи или глубина условной заделки сваи конечной жесткости, м;

n – количество слоев грунта в пределах величины $H_{гр}$;

h_i – толщина i-го слоя грунта в пределах величины $H_{гр}$, м;

$K_{г\,i}$ – постоянная величина горизонтального коэффициента постели i-го слоя грунта, т/м^3, определяемая по табл.6.

Примечание. Средневзвешенным значением $K_{гс}$ допускается пользоваться при соблюдении условия: $K_{г.max} \leq 2K_{г.min}$.

8. РАСЧЕТ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ И ИХ ОСНОВАНИЙ ПО ВТОРОМУ ПРЕДЕЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ /ДЕФОРМАЦИЯМ/

8.1. Расчет осадок отдельно стоящих свай-стоек, а также свайных фундаментов, состоящих из свай-стоек, по осадкам не производится. Величина возможной осадки таких свай и фундаментов принимается равной осадке свай или свай-оболочек, определяемых при действующих нагрузках по графику статических испытаний.

8.2. Расчет осадок свайных фундаментов /кустов или полей/ из висячих свай производится как для условного фундамента на естественном основании в соответствии с пп. 5.6–5.20 главы СНиП II-Б.1-62^{х} "Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования".

Границы условного фундамента определяются по схемам на рис.30,31 или 32: снизу - плоскостью АБ, проходящей в уровне опирания нижних концов свай или уширенных пят на грунт естественной структуры; с боков - вертикальными плоскостями АВ и БГ, отстоящими от наружных граней свай крайних рядов на расстоянии $l\,tg\frac{\varphi_{cp}^{n}}{4}$, а при наличии наклонных свай - проходящими через нижние концы этих свай; сверху - поверхностью планировки грунта ВГ.

Здесь φ_{cp}^{n} - средневзвешенное значение нормативного угла внутреннего трения грунта

$$\varphi_{cp}^{n}=\frac{\varphi_1^{n}l_1+\varphi_2^{n}l_2+\ldots+\varphi_n^{n}l_n}{l}, \qquad /47/$$

где $\varphi_1^{n},\varphi_2^{n}\ldots\varphi_n^{n}$ - нормативные значения углов внутреннего трения для отдельных пройденных сваями слоев грунта толщиной соответственно $l_1, l_2 \ldots l_n$;

l - глубина погружения свай в грунт, считая от подошвы ростверка, $l=l_1+l_2+\ldots+l_n$.

В собственный вес условного фундамента при определении его осадки включается вес свай, ростверка и грунта в объеме условного фундамента.

Полученные по расчету осадки свайных фундаментов не должны превышать предельно допустимых значений согласно п.6.21 настоящих Указаний /Формула 19/.

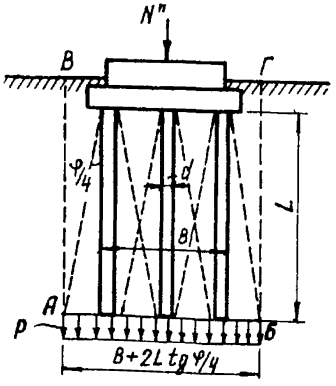


Рис.30.Схема к расчету осадок условного фундамента при кустовом расположении свай без уширений.

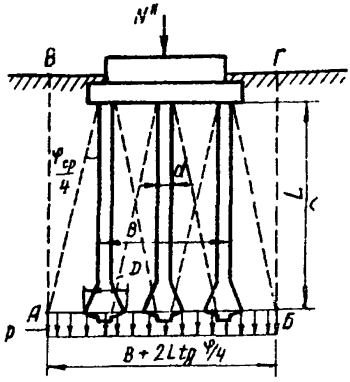


Рис.31.Схема к расчету осадок условного фундамента при кустовом расположении свай с уширенной пятой, образуемой механическим разбуриванием.

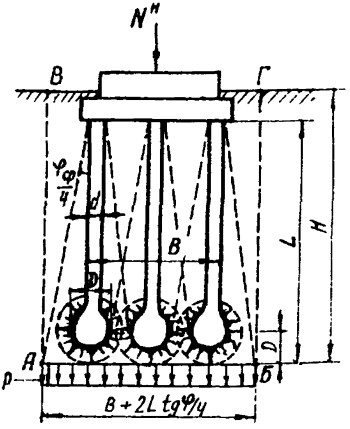


Рис.32.Схема к расчету осадок условного фундамента при кустовом расположении свай с уширенной пятой, образуемой методом камуфлетирования/взрывом/ или трамбования.

8.3. Расчет осадок отдельно стоящих свай или свай-оболочек производится как условного столбчатого фундамента с круглой подошвой по схеме на рис.33.

8.4. Расчет осадок свайных фундаментов, в которых круговые площадки в основании свай не накладываются, производится с учетом влияния нагрузок от соседних свай в пределах круга с

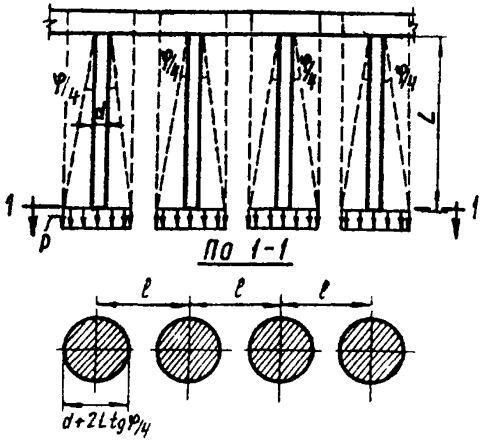


Рис.33. Схема к расчету осадок условного фундамента при однорядном расположении свай, когда круговые площадки не накладываются.

радиусом, равным $6d$, для свай без уширений и $3D$ – с уширенной пятой.

При расположении свай в 2 ряда и более /рис.34/ учитывается среднеарифметическая величина дополнительных осадок, вызванных влиянием нагрузок от всех свай куста друг на друга в пределах зоны влияния.

Примечания: 1. Если в пределах всей длины сваи сопротивление грунта по боковой поверхности не учитывается или учитывается с отрицательным знаком как дополнительная пригрузка или когда проведенные линии под углом $\varphi/4$ не выходят за пределы уширенной пяты и вся нагрузка принимается распределенной равномерно по площади, равной проекции пяты на горизонтальную плоскость, расчет осадок производится по схемам на рис.33 или 34. При этом диаметр загрузочной площадки принимается равным диаметру нижнего конца сваи или уширенной пяты, а величина отрицательного сопротивления грунта суммируется с нагрузкой от зданий или сооружений.

2. Если сопротивление грунта по боковой поверхности не учитывается только в пределах верхней части ствола или учитывается на этом участке с отрицательным знаком, расчет осадок производится в соответствии с пп.8.2-8.4. При этом загрузочные площадки ограничиваются образующей линией, проведенной из точки пересечения ствола сваи с плоскостью, ниже которой сопротивление грунта вдоль боковой поверхности учитывается с положительным знаком под углом $\varphi/4$.

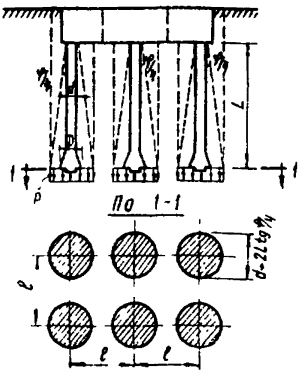


Рис.34. Схема к расчету осадок условного фундамента при кустовом расположении буронабивных свай с уширенной пятой, когда круговые площадки не накладываются.

8.5. Взаимное влияние свай для случаев, указанных в п.8.4, когда нижние концы или уширения свай опираются на разнородные по сжимаемости грунты, определяется по методу угловых точек в соответствии с рекомендациями пп.5.I8-5.I9 СНиП П-Б.I-62^{X}.

8.6. Если под нижними концами свай или пят залегают однородные или практически близкие по сжимаемости грунты на глубину не менее 2В /В - расстояние между наружными гранями крайних свай в кусте, а при однорядном расположении - расстояние между наружными гранями двух смежных свай/, то расчет осадки свайного фундамента с учетом взаимного влияния свай для случаев, указанных в примечании I к п.8.4, выполняется по формуле

$$S = \frac{\pi}{4} \frac{p(1-\mu^2)D}{E} \left(1 + K'_{вл} \frac{D}{l}\right), \qquad /48/$$

а для свай без уширенных пят /см.рис.33/ - по формуле

$$S = \frac{p(1-\mu^2)D}{E} \left(1 + K''_{вл} \frac{D}{l}\right), \qquad /49/$$

где S - осадка куста или группы свай, см;

p - дополнительное давление от сооружения на уровне подошвы фундамента, кг/см^2;

μ - коэффициент бокового расширения грунта, принимаемый для песков и супесей равным 0,3, для суглинков 0,35 и для глин 0,4;

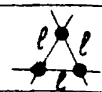
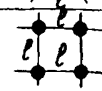
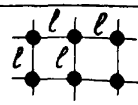
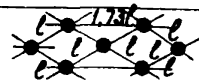
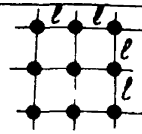
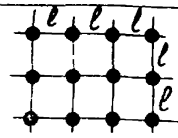
D - диаметр загрузочной площадки или уширенной пяты, см;

E - модуль деформации грунта, кг/см^2;

$K'_{вл}, K''_{вл}$ - показатели взаимного влияния свай, учитывающие количество свай в кусте и их взаимное расположение, принимаемые по табл.I5;

Таблица I5

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ СВАЙ В КУСТЕ $K_{вл}$

Количество свай	Взаимное расположение свай в кусте	Значение $K_{вл}$	
		$K'_{вл}$	$K''_{вл}$
2		0,319	0,25
3		0,64	0,5
4		0,86	0,68
5		1,04	0,82
6		1,25	0,98
7		1,44	1,13
8		1,48	1,16
9		1,77	1,39
≥12		2,02	1,59

ℓ - наименьшее расстояние между центрами соседних свай, см.

При однорядном расположении, а также в кустах с расположением, отличающимся от указанного в табл.I5,

$$K_{вл} = \omega \frac{\sum_{i=1}^{n} K_j}{n}, \qquad /50/$$

где ω - коэффициент, принимаемый равным: $\frac{1}{\sqrt{\pi}} = 0{,}32$ для $K'_{вл}$ и 0,25 для $K''_{вл}$;

n - количество свай в кусте или ряду в пределах круга с радиусом, равным $3D$;

$K_j = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\ell}{\ell_i}$ - показатель влияния соседних свай на осадку рассматриваемой j-й сваи;

ℓ_i - расстояние в плане от каждой сваи в кусте или ряду до остальных /по центрам/ в пределах круга с радиусом, равным $3D$, см.

Учет результатов статических испытаний свай при проектировании свайных фундаментов

8.7. Характерные виды зависимости между нагрузкой на сваю и ее осадкой $S=f(p)$ изображены на графиках /рис.35/.

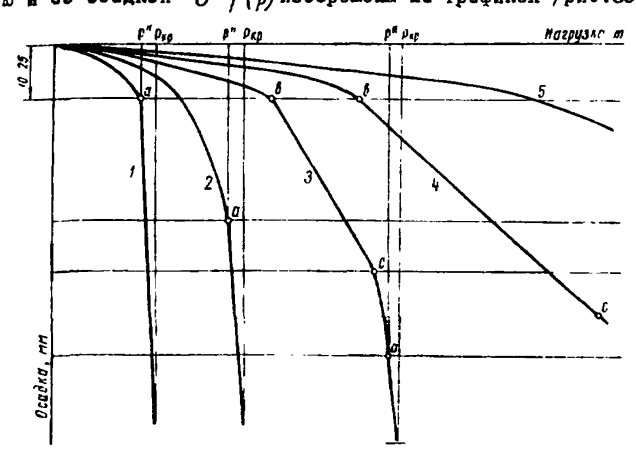


Рис.35. Характерные графики зависимости между осадкой и нагрузкой для буронабивных свай.

Когда график статических испытаний соответствует зависимостям вида I или 2 /см.рис.35/, несущую способность свай по грунту следует определять в соответствии с п.4.24, а затем свайный фундамент должен быть проверен по деформациям /осадкам/ по пп.8.2-8.6. При этом осадки и разность осадок фундаментов не должны превышать значений, допустимых для данного здания или сооружения.

8.8. Когда график статических испытаний соответствует зависимостям вида 3 или 4 /см.рис.35/, несущую способность свай следует определять в соответствии с пп.4.23 и 4.24, а допустимая нагрузка на сваю должна быть проверена по деформациям по пп.8.2-8.6 или способом последовательных приближений по формуле

$$P_{доп} = \frac{0,001\,(K_2 S_к - S_{f(p)})\,C\,\ell}{K_{вл}}\,, \qquad /5I/$$

где K_2 - коэффициент однородности, принимаемый равным 0,7;

$S_к$ - допустимая осадка куста или ряда свай, принимаемая равной предельной величине средней осадки фундамента / $S_{пр.ср}$, см/ для зданий или сооружений по табл.II главы СНиП П-Б.I-62[x], но не более I2 см;

$S_{f(p)}$ - осадка одиночной сваи, соответствующая допустимой нагрузке на сваю по графику статических испытаний и определяемая способом последовательных приближений с использованием формулы /5I/ ,см;

$C = \frac{E}{1-\mu^2}$ - коэффициент линейно-деформируемого полупространства, кг/см^2.

E - модуль деформации грунта, кг/см^2, определяемый по п.8.I0;

μ - коэффициент бокового расширения грунта, значения те же, что в формулах /48/ и /49/;

ℓ - минимальное расстояние до соседней сваи в кусте /по центрам/, см;

$K_{вл}$ - принимается по табл.I5 в соответствии с п.8.5.

При осадке $S_{f(p)}$ в пределах I-2 см по графику испытаний определяется соответствующая нагрузка P_s . Далее, подставляя в формулу /5I/ значение $S_{f(p)}$, находится $P_{доп}$. Если $P_{доп}$ больше или меньше P_s , то соответственно, изменяется $S_{f(p)}$ и из формулы /5I/ находится новое значение

$P_{доп}$. Подобные вычисления повторяются до получения $P_{доп} \approx P_{s}$.

Из двух значений допустимой нагрузки на сваю, найденных в соответствии с п.4.43 и по формуле /5I/, принимается меньшее.

Примечание. Указания, изложенные для случаев зависимости вида 3 и 4, не относятся к сваям с камуфлетной и трамбованной пятой.

8.9. График статических испытаний вида 5 на рис.35 отражает работу свай-стоек, расчет которых по деформациям не производится, а величина возможной осадки принимается в соответствии с п.8.I.

8.IO. Модуль деформации E, кг/см^2, определяется по результатам статических испытаний свай. При этом на графике испытаний используется участок кривой, в пределах которого наблюдается зависимость, близкая к прямой между приростом осадки и приростом нагрузки /участок "в-с" на кривых 3 и 4, см.рис.35/. Точка "в" соответствует моменту исчерпания сопротивления грунта по боковой поверхности ствола сваи. В ней заметен первый перелом кривой. Начиная с этой точки и далее, прирост нагрузки воспринимается только пятой. Вторая точка перелома "а" соответствует моменту исчерпания сопротивления грунта под пятой сваи.

По формуле Шлейхера

$$E = \frac{P(1-\mu^2)}{SD}, \qquad /52/$$

где P – прирост нагрузки на длине участка "в-с", кг;

μ – коэффициент бокового расширения грунта, значения те же, что в формулах /48/ - /49/;

S – прирост осадки на участке прямой "в-с", см;

D – диаметр уширенной пяты или нижнего конца сваи, см.

Примечание. Модуль деформации Е может быть также принят по компрессионным испытаниям.

9. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СВАЙНЫХ РОСТВЕРКОВ

9.I. Размещение свай в плане фундаментов зданий и сооружений, а также назначение размеров подошвы ростверков осуществляется в соответствии с пп.6.I2-6.I6.

Свайные фундаменты в зависимости от размещения свай в плане могут быть в виде:

а/ одиночных свай – под несущие стены и отдельно стоящие опоры зданий и сооружений;

б/ лент - под стены зданий и сооружений при передаче на фундамент распределенных по длине нагрузок с расположением свай в один, два и более рядов;

в/ кустов - под колонны и столбы с расположением свай на участках квадратной, прямоугольной, трапецоидальной и другой форм;

г/ свайного поля - под тяжелые сооружения со сравнительно небольшими габаритами в плане и распределенными по всей площади нагрузками.

Схемы размещения свай в плане приведены на рисунках 36-38.

9.2. Головы свай в кусте объединяются железобетонным ростверком, составляющим одно целое с переходной ступенчатой частью фундамента, с подколонником со стаканом или анкерами для крепления колонны.

9.3. Подошва плиты ростверка может располагаться ниже поверхности земли /низкий ростверк/ и выше /высокий свайный ростверк/.

9.4. После размещения свай в плане и конструирования ростверка уточняется нагрузка на каждую вертикальную сваю фундамента $P_{с.ф,г}$, по формуле

$$P_{сф} = \frac{N}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P, \qquad /53/$$

где N, M_x, M_y - соответственно расчетная сжимающая сила /равнодействующая вертикальных сил/, т, и расчетные моменты относительно главных центральных осей X и У в плоскости подошвы ростверка, тм;

n - количество свай в свайном фундаменте;

x, y - расстояния от главных осей свайного фундамента в плане до оси сваи, для которой вычисляется нормальная нагрузка, м;

x_i, y_i - расстояния от главных осей до оси каждой сваи, м;

P - наименьшее значение несущей способности сваи по материалу ствола или по грунту основания, т.

Примечание. При кратковременных и особых нагрузках допускается перегрузка крайних свай до 20% их несущей способности по грунту.

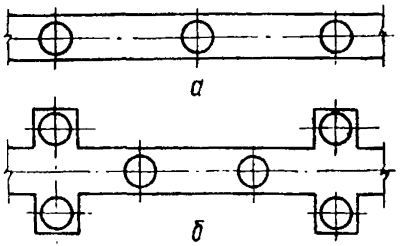


Рис.36.Схемы расположения свай под ленточными фундаментами:
а - в один ряд; б - в один ряд с парными сваями.

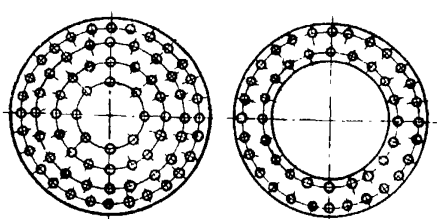


Рис.37.Схемы расположения свай в свайном поле круглых и кольцевых фундаментов.

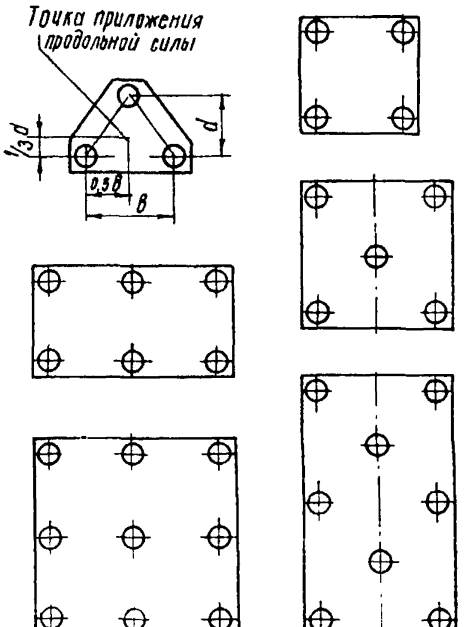


Рис.38. Схемы расположения свай в кустах.

9.5. Под низкие ростверки следует предусматривать подготовку из бетона марки 50 толщиной не менее 100 мм, в слабых и водонасыщенных грунтах - до 150 мм.

9.6. Высота ростверка определяется по расчету согласно пп.9.17-9.20 и должна быть не менее 40 см.

9.7. Головы буронабивных свай, не поврежденные в процессе их устройства, должны заделываться в ростверке по длине:

в свайном фундаменте, работающем на вертикальные сжимающие нагрузки,- не менее 50 мм, а выпуски арматуры для связи с ростверками должны быть не менее 250 мм;

в свайном фундаменте, работающем на горизонтальные или вертикальные растягивающие нагрузки, - не менее 100 мм, а выпуски арматуры - 400 мм, но не менее 30 диаметров стержней рабочей арматуры.

9.8. Верхние концы свай-стоек и свай-оболочек заводского изготовления, не поврежденные в процессе их погружения и работающие в фундаментах на вертикальные нагрузки, заделываются в ростверке по длине не менее 80 мм без выпусков арматуры.

В фундаментах, работающих на вертикальные и горизонтальные нагрузки, головы неповрежденных стволов заделываются при низком ростверке по высоте не менее 300 мм, а при высоком - по высоте, установленной расчетом, но не менее диаметра круглого или стороны квадратного сечения.

Примечания: 1. Головы свай, выполненные некачественно или поврежденные в процессе производства работ, подлежат разбивке до прочного бетона с последующим добетонированием в опалубке.

2. Высота заделки верхних концов свай в бетонной подготовке и фундаментных подушках из бетона, уложенного подводным способом, не учитывается.

Расчет ростверков под стены

9.9. Расчет ростверков под стены производится: на изгиб; на разрушение по наклонным плоскостям; на смятие бетона над сваей.

9.10. Расчет ростверков на действия изгибающих моментов и перерезывающих сил производится по схеме неразрезной балки, загруженной погонной нагрузкой.

При наличии под ростверком непросадочных грунтов средней плотности или плотных расчет ростверков можно выполнять с учетом отпора грунта.

9.II. При наличии двух рядов свай, расположенных по прямоугольной сетке, за расчетный пролет принимается расстояние между осями свай, а при расположении свай в шахматном порядке расчетный пролет принимается равным длине проекции расстояния между осями свай по диагонали на продольную ось ростверка.

Расчет ростверка в поперечном направлении производится по схеме однопролетной балки.

Расчет железобетонных ленточных ростверков под крупнопанельные стены рекомендуется производить в соответствии с "Руководством по проектированию свайных фундаментов".

9.I2. Проверка прочности на смятие стены над сваей производится по формуле

$$\frac{10\,q_o}{b_c} \leq R_{см}, \qquad /54/$$

где q_o – равномерно распределенная расчетная нагрузка от здания на уровне низа ростверка /вес стен, перекрытий, ростверка, полезная нагрузка/, т/м;

b_c – ширина стены, опирающейся на ростверк /ширина цоколя/, см;

$R_{см}$ – расчетное сопротивление кладки при местном сжатии /смятии/, кг/см^2;

$$R_{см} = R\sqrt[3]{\frac{F}{F_{см}}}, \qquad /55/$$

R – расчетное сопротивление кладки сжатию, кг/см^2, определяется согласно табл.2-9 главы СНиП П-В.2-62^{X}.

F – расчетная площадь сечения, см^2, определяемая по формулам:

при $L > d + 2a + 2b_c$

$$F = b_c\,(d + 2a + 2b_c); \qquad /56/$$

при $d + 2a < L < d + 2a + 2b_c$

$$F = b_c L; \qquad /57/$$

при $L < d + 2a$

$$F = F_{см}, \quad R = R_{см}. \qquad /58/$$

$F_{см}$ – площадь смятия, см^2, определяемая по формулам:

при $b_c < b_p$

$$F_{см} = b_c\,(d + 2a)\,; \qquad /59/$$

при $b_c > b_p$

$$F_{см} = b_p\,(d + 2a)\,; \qquad /60/$$

b_p – ширина ростверка, см;

d – диаметр ствола сваи, см;

$$a = 0{,}0314\sqrt[3]{\frac{E_p J_p}{E_c\, b_c}}\,, \qquad /61/$$

0,0314 – коэффициент, м/см;

E_p – модуль упругости бетона ростверка, кг/см^2;

J_p – момент инерции сечения бетона ростверка, см^4;

E_c – модуль упругости материала стены, кг/см^2.

9.13. Проверка прочности на смятие ростверка над сваей производится в соответствии со СНиП II-В.I-62^x.

Расчет ростверков под колонны

9.14. Расчет ростверков под колонны производится: на изгиб; на разрушение по наклонным плоскостям; на продавливание и смятие.

9.15. Расчет на изгиб производится по моментам в сечениях по грани колонны и в местах изменения его высоты. Учитываются реакции свай, расположенных в пределах отсекаемой части и только от нагрузок по обрезу

$$M \le 0{,}9 R_a F_a h_o\,, \qquad /62/$$

где M – изгибающий момент в данном сечении, кгм;

R_a – расчетное сопротивление растянутой арматуры, кг/см^2;

F_a – площадь сечения арматуры, см^2;

h_o – рабочая высота данного сечения, см.

9.16. Расчет ростверков по прочности для нормальных и наклонных сечений к оси элемента производится в соответствии со СНиП II-В.I-62^x.

9.17. Расчет на продавливание центрально нагруженных квадратных железобетонных ростверков производится из условия

$$P_{пр} \leq 0{,}75\, R_p\, H_o\, b_{ср}\,, \qquad /63/$$

где $P_{пр}$ - расчетная продавливающая сила, равная сумме реакций свай, расположенных за пределами плоскости продавливания, т;

R_p - расчетное сопротивление бетона растяжению, т/м^2;

H_o - общая рабочая высота ростверка, м;

$b_{ср}$ - среднее арифметическое между верхним и нижним основаниями трапецоидальной плоскости продавливания в пределах рабочей высоты, м/ рис.39,а/.

При определении $b_{ср}$ и $P_{пр}$ предполагается, что продавливание происходит по поверхности пирамиды, боковые стороны которой наклонены под углом 45^0 к вертикали.

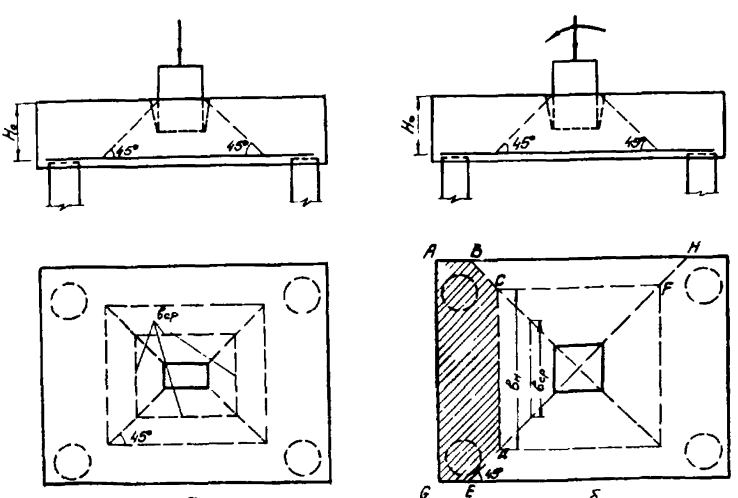


Рис.39.Схемы пирамиды продавливания в железобетонных ростверках при нагружении:

а - центральном; б - внецентренном.

9.I8. Расчет на продавливание центрально нагруженных прямоугольных, а также внецентренно нагруженных квадратных и прямоугольных ростверков производится по п.9.I7. При этом величина силы $P_{пр}$ принимается равной

$$P_{пр} = \Sigma P, \qquad /64/$$

где ΣP - сумма реакций свай, расположенных в пределах площади многоугольника $ABCDEG$ /рис.39,б/.

Средний периметр пирамиды продавливания $b_{ср}$ заменяется средним размером ее грани, расположенной со стороны площади $ABCDEG$

$$b_{ср} = \frac{b_в + b_н}{2}, \qquad /65/$$

где $b_в$ - верхняя сторона грани пирамиды продавливания;

$b_н$ - нижняя сторона этой грани на уровне растянутой арматуры.

Расчет производится для каждой из граней пирамиды продавливания.

9.I9. В случае расположения свай за пределами пирамиды продавливания необходимо проверить ростверк на продавливание сваями. Реакции свай принимаются от расчетных нагрузок по обрезу фундаменте. При наличии моментов реакции свай вычисляются с их учетом.

П р и м е ч а н и е. Расчет ростверка на продавливание сваями не производится при наличии армирования по балочной схеме.

9.20. Расчет на смятие ростверка под железобетонной колонной с учетом сцепления по высоте производится в соответствии с "Рекомендациями по проектированию фундаментов на естественном основании" /РМ 58-0I-69/.

9.2I. Проверка на смятие бетона под торцом металлической колонны производится по формуле

$$N \leq \mu R_{см} F_{см}, \qquad /66/$$

где N - нагрузка на площадь смятия;

μ - коэффициент, принимаемый равным I при $e_0 = 0$ и 0,75 при $e_0 \leq \frac{h_к}{6}$;

$R_{см}$ - расчетное сопротивление бетона при местном сжатии

$$R_{см} = \gamma R_{пр}, \qquad /67/$$

$$\gamma = \sqrt[3]{\frac{b_1 h_1}{b_к h_к}}, \quad \text{но не более 2;} \qquad /68/$$

$F_{см} = b_к h_к$ – площадь смятия.

9.22. Общая рабочая высота ростверка H_o по рис.40 принимается:

от верха ростверка до оси нижней арматуры при

$$\frac{a_{ст}}{h_{ст}} > 0{,}5;$$

от дна стакана до оси нижней арматуры при

$$\frac{a_{ст}}{h_{ст}} < 0{,}5,$$

где $a_{ст}$ – толщина стенок стакана;

$h_{ст}$ – глубина стакана.

9.23. В центрально нагруженных фундаментах сваи размещаются симметрично относительно линии действия продольной силы.

Для внецентренно нагруженных фундаментов с односторонним действием изгибающего момента /рис.41/ ось фундамента ре-

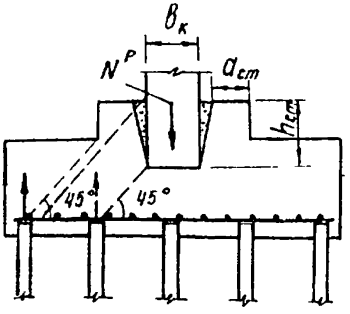


Рис.40. Расчетная схема ростверка под колонну.

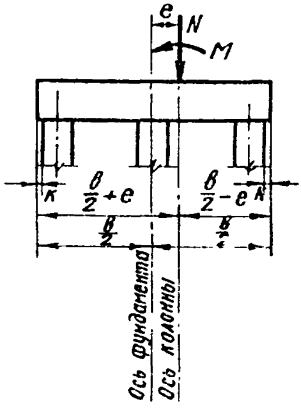


Рис.41. Схема смещения свайного фундамента относительно оси колонны на величину эксцентриситета.

комендуется смещать относительно линии действия продольной силы на величину эксцентриситета от постоянных нагрузок

$$e = \frac{M^p}{N^p}, \qquad /69/$$

где M^p, N^p - изгибающий момент и продольная сила от постоянных нагрузок, действующих на фундамент.

Расчет стаканного стыка железобетонной колонны с фундаментом

9.24. Расчет стаканного стыка колонны с фундаментом ведется по определению сечения продольной арматуры и сечения поперечной арматуры стенок.

9.25. Площадь сечения продольной арматуры стенок стакана определяется в соответствии со схемами "а", "б" и "в" в зависимости от величины эксцентриситета продольной силы /рис.42/:

при $e_0 = 0$ /схема "а"/

$$F_a \geq \frac{N^p - R_{np} F}{R_{ac}}, \qquad /70/$$

где $F = b_1 h_1 - b_2 h_2$,

при $e_0 < 0{,}3h_1, S_6 > 0{,}8S_0$ /схема "б"/

$$F_a = F_a' = \frac{N^p e - R_{np} S_0}{R_{ac} h_0}, \qquad /71/$$

где $e = e_0 + 0{,}5h_0$

$S_0 = 0{,}5 (b_1 h_1^2 - b_2 h_2 h_1)$;

при $e_0 > 0{,}3h_1, S_6 < 0{,}8S_0$ /схема "в"/

$$F_a = F_a' = \frac{N(e - h_0 + \delta)}{R_a h_0}, \qquad /72/$$

где δ - расстояние от сжатой грани сечения до центра тяжести площади сжатой зоны, определяемой по формуле

$$F_6 = \frac{N^p}{R_n}.$$

9.26. Площадь сечения поперечной арматуры стенок стакана /рис.43/ определяется по формуле

$$F_x = \frac{M^p + Q\,h_{ст} - N^p\,y}{R_a \sum Z_x}, \qquad /73/$$

где F_x - площадь сечения всех поперечных стержней одной сетки, расположенных параллельно плоскости изгиба, $F_x = 4\,f_x$; f_x - площадь сечения одного поперечного стержня ;

y - расстояние от оси колонны до условной оси поворота колонны, принимаемое:

при $\frac{h_к}{6} \leq e_o < \frac{h_к}{2}$ $\quad y = 0{,}7\,e_o$;

при $e_o > \frac{h_к}{2}$ $\quad y = 0{,}5\,h_к$;

Z_x - расстояние от торца колонны до поперечной сетки, расположенной в пределах стакана.

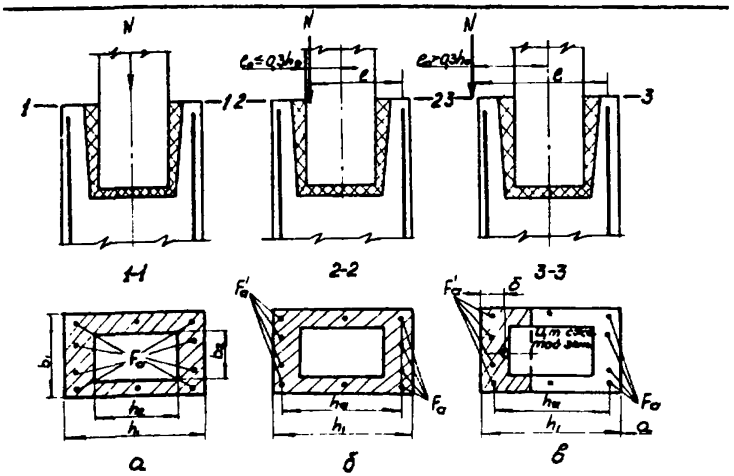


Рис.42. Схемы к расчету продольной арматуры стенок стакана:

а- при центральном сжатии; б- при малом эксцентриситете продольной силы / $e < 0{,}3\,h_o$ /; в - при большом эксцентриситете продольной силы / $e > 0{,}3\,h_o$ /.

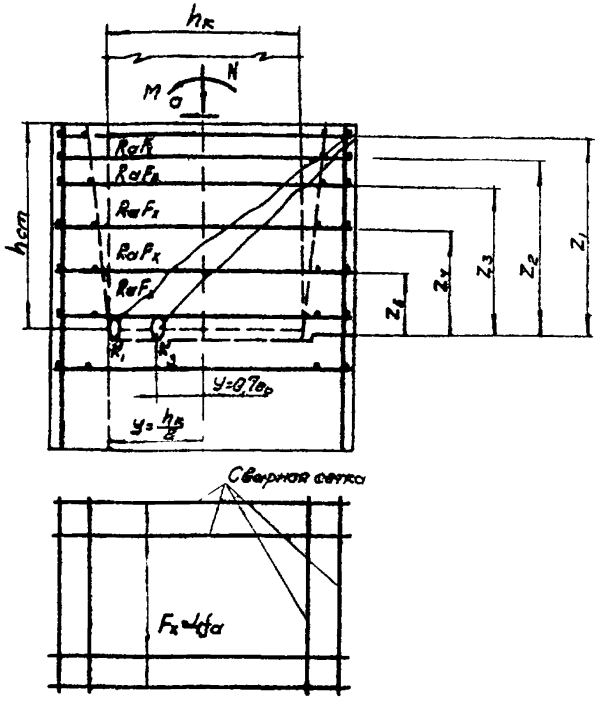


Рис.43. Схемы к расчету поперечной арматуры стенок стакана.

10. ПРИЕМКА СВАЙНЫХ РАБОТ

10.1. При приемке свай и свайных фундаментов предъявляется следующая документация:

а/ проект свайных фундаментов;

б/ проект производства работ;

в/ данные о результатах геологических и гидрогеологических исследований, об агрессивности грунтовых и поверхностных вод;

г/ документы по испытаниям свай статической нагрузкой;

д/ акты приемки котлована до начала работ и схемы геодезической разбивки и закрепления осей свайных фундаментов;

е/ данные о результатах испытания материалов, примененных для свай и ростверков, паспорта на бетонную смесь;

ж/ акты приёмки арматурных каркасов, свай-оболочек или железобетонных стоек до их погружения;

з/ акты контрольных проверок размеров буровых скважин и уширений, расхода материалов, качества бетонной смеси, технологии бетонирования и других скрытых работ;

и/ журналы устройства свай по установленной форме для каждого вида свай;

к/ сводные ведомости каждого вида свай по установленной форме;

л/ исполнительный план расположения свай в сооружении или его конструктивной части;

м/ акты лабораторных испытаний контрольных бетонных кубиков;

н/ акты испытаний прочности бетона голов свай неразрушающим склерометрическим методом, если таковые выполнялись.

10.2. Приемка должна сопровождаться:

изучением предъявленной документации;

освидетельствованием свай с проверкой соответствия выполненных работ проекту и настоящим Указаниям;

инструментальной проверкой правильности положения свай;

контрольными испытаниями свай, если их несущая способность вызывает сомнения.

10.3. В процессе проверки выявляются:

соответствие несущей способности свай по данным статических испытаний расчетной по проекту;

отклонения свай в плане от проектного положения;

соответствие размеров свай /ствола и уширенных пят, отметок голов свай и глубины опирания пят в грунте/, показанных в журнале, и в натуре проектным . Размеры в головной части стволов проверяются в выборочном порядке;

соответствие марки бетонной смеси, прочности бетона в головной части стволов, а также армирования свай проектным.

10.4. Отклонения свай от проектного положения в плане не должны превышать следующих величин:

При расположении свай в один ряд . . . . . ± 5 см

При расположении свай в два ряда под ленточные фундаменты и сваи в кустах:

в буровых скважинах . . . . . ± 10 см

при забивных оболочках $d \leq 600$ мм . . . . . ± 10 см

то же, при $600 < d \leq 2000$ мм . . . . . ± $0{,}2d$

На местности, покрытой водой:

ряды свай, перекрываемые общей насадкой . . . . ± $0{,}3d$

сваи в кустах и в свайных полях . . . . . ± $0{,}4d$

сваи в крайних рядах кустов и свайных полей . . ± $0{,}3d$

10.5. Отклонения диаметров стволов от проектных не должны превышать , см:

Для свай, выполняемых сухим способом . . . - 2, + 5

Для свай, выполняемых с применением глинистого раствора . . . . . ± 10

10.6. Отклонения диаметров уширенных пят от проектных не должны превышать ± 10 см. Отклонения глубины заложения не должны превышать ± 30 см при условии расположения подошвы пяты в пласте грунта, предусмотренном проектом.

10.7. Отклонения оси свай от проектного положения не должны превышать 1 см на 1 м длины ствола сваи.

10.8. Число свай, имеющих отклонение от проектного положения в пределах допусков, не должно превышать 25% общего числа свай.

10.9. Открытые опытные сваи и обнаженные головы стволов должны представлять собой сплошной бетонный массив без каверн, превышающих по глубине 2 см.

10.10. При выявлении отклонений, превышающих допуски по пп.10.4–10.9, решение принимается проектной организацией.

10.11. Приемка свай оформляется актом комиссии в составе представителей заказчика, генподрядчика и исполнителей работ, в котором должны быть отмечены все дефекты, выявленные в процессе приемки, указаны сроки их устранения и дана общая оценка качества работ.

Приложение 1
/Форма И-1/

"УТВЕРЖДАЮ"
Главный инженер института
_____
/наименование института-заказчика/
/подпись/ Ф.И.О.
" " _____ 197__ г.

Техническое задание на проведение испытаний свай

Наименование комплекса строительства _____
_____
/город, микрорайон, завод, комбинат/
Наименование сооружения _____
/цех, дом, сооружение/

Техническая характеристика проектируемого сооружения

1. Этажность или высота сооружения _____
2. Наличие и глубина подвала _____
3. Конструктивная схема здания, сооружения _____
_____
/каркасное, с несущими продольными стенами, с несущими попе-
_____
речными стенами и т.п./
4. Материал стен _____
5. Материал каркаса _____
6. Тип свай с расположением в плане _____
/буронабивные, виброштампованные и другие, по контуру несущих стен, кустовые, свайное
_____
поле, опоры-колонны/
7. Конструкция ростверка _____
/ленточный, отдельно стоящий, высокий,
_____
низкий, монолитный, сборный и т.п./
8. Отметка низа ростверка /ориентировочная/ _____
9. Максимальная нагрузка на фундамент, опору-колонну _____
/т/пог.м -
_____
для ленточных, т и тм – для отдельно стоящих и опор-колонн/

10. Характеристика опытных свай _____
/диаметр ствола и уширения/

11. Отметка нижнего конца /уширения/ сваи /ориентировочная/___

_____

12. Грунт основания _____

13. Ожидаемая вдавливающая расчетная нагрузка на сваю, т _____

14. Ожидаемая горизонтальная расчетная нагрузка на сваю, т____

15. Вертикальная проектная расчетная выдергивающая нагрузка на сваю, т _____

16. Количество свай, подлежащих испытаниям, шт:
статической осевой вдавливающей нагрузкой _____
статической горизонтальной нагрузкой _____
статической осевой выдергивающей нагрузкой _____

17. Предельная величина средней осадки фундамента проектируемого сооружения в соответствии со СНиП П-Б.1-62*/табл.11/, см _____

18. Особые условия проведения испытаний _____

_____
/замачивание и т.п./

Испытания производить в соответствии с ГОСТ 5686-69 "Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний"и разделом 4 "Указаний по проектированию, устройству и приемке фундаментов из буронабивных свай" /РСН 263-74/.

Приложения:

1. Генплан участка с расположением подземных и надземных коммуникаций, топографическая съемка участка с привязкой проектируемых сооружений и указанием габаритов.
2. План размещения опытных свай с привязкой к осям здания и существующим сооружениям.
3. Отчет об инженерно-геологических изысканиях площадки с указанием физико-механических свойств грунтов.

_____

Главный конструктор отдела _____
/подпись/

Главный инженер проекта _____
/ подпись/

Приложение 2

/Форма И-2/

Журнал

статического испытания _____ сваи №__

/буронабивной или другого вида/

Параметры сваи:

диаметр ствола _____

длина сваи _____

диаметр пяты _____

марка бетона _____

армирование _____

Объект _____

/название объекта или строительной площадки/

на вдавливающую /выдергивающую/ нагрузку при помощи _____

_____

/название и тип испытательной установки/

Начало испытания _____

/дата, время/

Конец испытания __ _____

/дата, время/

Показание манометра /или динамометра/ по ступеням нагрузки, атм	Ступень нагрузки, Т	Общая нагрузка, Т	Время снятия отсчетов по приборам, час. мин.	Осадка /подъем/ сваи, мм			Положение анкерных свай, мм*				Примечание
				№ I	№ 2	Среди.	№I	№2	№3	№4	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2

*При отсутствии анкерных свай гр.8-II исключаются

Испытания проводили _____

_____

/место работы, должность, подпись/

Щуп для замера объема бетонной смеси в кузове автосамосвала

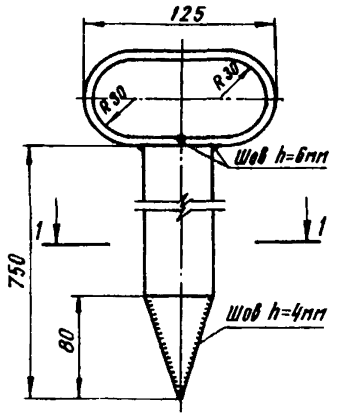
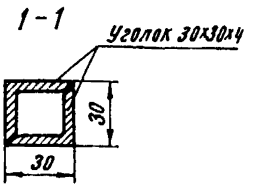
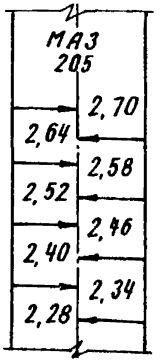


Схема насечки шкалы





Зависимость объема бетонной смеси в $м^3$ от высоты слоя

Марка автосамосвала	Высота слоя бетонной смеси, мм																					
	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480
МАЗ-205	1,62	1,68	1,74	1,80	1,86	1,92	1,98	2,04	2,10	2,16	2,22	2,28	2,34	2,40	2,46	2,52	2,58	2,64	2,70	—	—	—
МАЗ-503	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42	2,50	2,58	2,66	2,74	2,82	2,90	2,98	3,06	3,14	3,22	3,30	3,38	3,46	3,54	3,62	3,70	3,78
ЗИЛ-585	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,96	2,01	—	—	—	—	—
ЗИЛ-555	0,86	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,64	1,70	1,76	1,82	1,88	1,94	2,00

Приложение 4

Допускаемая температура бетонной смеси и ее составляющих для зимних условий

Цемент	Наибольшая допускаемая температура, град. С	
	воды и заполнителей при загрузке в бетономешалку	бетонной смеси по выходе из бетономешалки
Портландцемент и шлакопортландцемент марки 300	80	45
Портландцемент марки 400 и пуццолановый портландцемент марки 300	70	40
Портландцемент марки 500	60	35
Глиноземистый	40	25

Приложение 5

Требования, предъявляемые к электропрогреву

Электропрогрев необходимо начинать при температуре бетонной смеси не менее $3^{\circ}C$. Для электропрогрева могут быть использованы понизительные трансформаторы с вторичным напряжением не более 60 в. Подъем температуры производить со скоростью не более 8° в час. до $t = 40^{\circ}C$. Затем бетон выдерживать при $t = 40^{\circ}$ в течение 35-40 часов. Контроль за температурой бетона следует осуществлять с помощью технических термометров: в первые 3 часа - через каждый час; а в последующем - 3 раза в смену с записями результатов замеров в температурный журнал. После отключения тока голову сваи необходимо утеплить по методу "термоса".

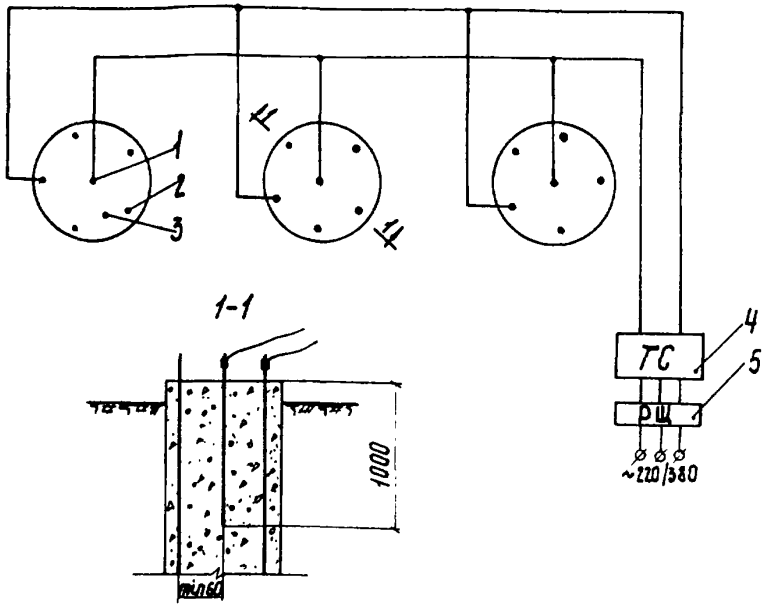


Схема подключения электродов к понизительному трансформатору:
I - электрод; 2 - стержень арматурного каркаса; 3 - бетон головы сваи; 4 - сварочный трансформатор типа ТС или СТЭ;
5 - распределительный щит.

Приложение 6

Контроль прочности бетона головы сваи с помощью прибора типа КМ

Одним из важнейших свойств, характеризующих качество бетона, является его прочность на сжатие, определяемая путем раздавливания контрольных бетонных кубиков. Однако прочность последних показывает только прочность применяемой бетонной смеси. Она обычно превышает прочность бетона в конструкции и, следовательно, не может служить критерием для оценки качества бетона сваи, особенно в ее головной части. Поэтому для определения качества бетона сваи целесообразно применять неразрушающий склерометрический или ударный метод испытаний, который основан на измерении отскока шарика от поверхности бетона.

Для склерометрических испытаний рекомендуется применять приборы типа КМ со стержневым ударником, изготовляемые центральной экспериментальной базой ЦНИИСК Госстроя СССР.

Прибор типа КМ состоит из следующих основных узлов: корпуса с рукояткой, стакана с отверстием для ударника, ударника, бойка, пружины, кнопки для фиксации отсчета, градуированной шкалы и индикаторной стрелки.

В основе измерений лежит определение величины отскока бойка, закругленного спереди. Благодаря пружине боек каждый раз получает постоянный запас энергии. После удара боек отскакивает и передвигает индикаторную стрелку по градуированной шкале. Величина отскока фиксируется нажатием кнопки. Отпустив кнопку и приложив небольшое усилие, молоток взводится для следующего удара.

В каждой точке испытываемой сваи наносится 5-6 ударов. Причем результаты, значительно отличающиеся от средних, отбрасывают как заведомо неверные и получают надежную среднюю величину отскока в данной точке. Поверхность бетона в месте испытаний должна быть ровной и однородной, что достигается очисткой и шлифовкой поверхности. Ось бойка должна быть строго перпендикулярна испытываемой поверхности.

Для испытания выбираются четыре точки по периметру сваи, которые располагаются симметрично на концах взаимно перпендикулярных диаметров.

По вертикали испытания проводятся в трех уровнях: на 30-50 мм ниже торцевой поверхности, на уровне 200-250 мм и 400-500 мм ниже поверхности земли. Приближенные показатели марки бетона приведены ниже.

Отсчет по шкале	Марка бетона
15-20	75-100
20-25	100-150
25-30	150-200
30-35	200-250
35-40	250-300

Для получения более точных данных о прочности бетона необходимо из определенной партии инертных и соответствующей марки цемента изготовить серию образцов /кубиков/ с примерными марками 100, 150, 200, 250 и 300 по 3–4 кубика на каждую марку. Эти кубики выдерживаются в естественных условиях. Затем образцы устанавливаются на пресс и зажимаются усилием

$$P = 0,03\, F\, R_{пр},$$

где F – площадь боковой поверхности образца, $см^2$;
$R_{пр}$ – предполагаемая величина прочности образца, $кг/см^2$.

Зажатые образцы обстреливаются с помощью молотка, и вычисляется средняя величина по 10 отскокам в каждой плоскости. После этого образцы разрушают на прессе для определения $R_{пр}$. По данным испытаний образцов каждой марки бетона на прессе и средним величинам отскока бойка молотка строится тарировочная кривая зависимости величины отскока от $R_{пр}$ образца.

В дальнейшем прочность бетона головы сваи оценивается по максимальному из 5–6 отскоков в каждой из точек с использованием тарировочного графика.

Приложение 7

Правила измерения осадки конуса

1. Смочить внутреннюю поверхность конуса водой.

2. Установить конус на площадку, обитую листовой сталью или линолеумом.

3. Бетонную смесь укладывать в конус тремя слоями одинаковой высоты. Каждый слой штыковать 25 раз металлическим стержнем длиной 50 см, диаметром 16 мм нажимом руки без удара. Конус должен быть прижат к площадке /рис.1/.

4. После укладки последнего слоя поверхность смеси пригладить вровень с краями конуса.

5. Снять конус и замерить оседания смеси, как показано на рис.2.

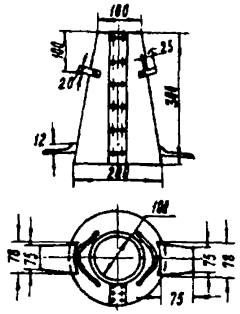


Рис.I. Схема стандартного конуса для определения подвижности бетонной смеси.

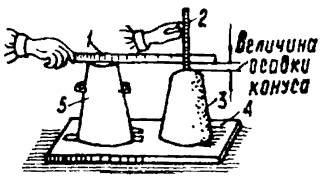


Рис.2. Измерение осадки бетонного конуса:

I - вспомогательная линейка; 2 - линейка для определения осадки конуса; 3 - конус из бетонной смеси; 4 - доска, обитая листовой сталью; 5 - металлическая форма /конус/.

Приложение 8

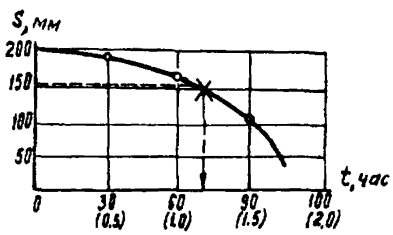
Определение показателя сохранения подвижности бетонной смеси К

I. Показатель сохранения подвижности К определяется последовательными измерениями осадки конуса трех-четырех проб бетонной смеси рабочего состава по действующему ГОСТу.

Измерение осадки следует производить: первое - сразу после затворения смеси; последующие - через 30, 60, 90, I20 мин. после затворения.

2. Для каждого измерения берется проба бетонной смеси объемом I0-I2 л /всего 50-60 л смеси/.

3. До измерения осадки все пробы сохраняются в открытых ведрах /емкостях/, погруженных в воду с такой же температурой, как и вода или глинистый раствор, в которых производится подводное бетонирование.



Показатель подвижности сохранения бетонной смеси К.

4. Перед измерением осадки ведро /емкость/ с бетонной смесью извлекается из воды, вода осторожно сливается, а верхний слой смеси на глубину 30-50 мм удаляется.

5. Результаты последовательных измерений осадки наносятся на график /см.рисунок/, по которому определяется величина показателя К, соответствующая точке на графике, отсекаемой горизонталью, проведенной от осадки I50 мм.

16-661

Приложение 9
/Форма/

Журнал устройства буроналивных свай №

Наименование строительной организации _____ Объект _____

Тип бурового станка _____
Тип и диаметр бурового снаряда, мм _____
Тип и диаметр уширителя, мм _____
Объем бункера /воронки/ и трубы, м³ _____
Диаметр ствола, мм _____
Диаметр уширения, мм _____
Отметка поверхности грунта, м _____
Отметка головы сваи, м _____
Отметка подошвы, м _____

Начало работ _____

Наличие, показатели глинистого раствора _____
Отметка верха каркаса, м _____
Арматурный каркас:
продольная арматура _____
поперечная арматура _____
длина общая, м____, звеньев, м _____
Способ бетонирования _____
Диаметр, длина бетонолитной трубы, мм ____
Марка бетона, консистенция _____
Объем уложенного бетона, м³ _____
Окончание работ _____

Дата, смена	Бурение скважины			Разбуривание уширения			Характеристика разбуриваемых грунтов	Бетонирование		Примечание 1/
	Начало, час., мин.	Окончание, час., мин.	Отметка забоя, м	Начало, час., мин.	Окончание, час., мин.	Окончание промывки, час., мин.		Начало, час., мин.	Окончание, час., мин.	

1/ Отмечаются разрывы между окончанием бурения или промывки уширения и началом бетонирования, вынужденные перерывы в бетонировании, проверки размеров скважины и уширения и пр.

" " _____ 197___ г.

Прораб _____ /подпись/ /Ф.И.О./

Сменный мастер _____ /подпись/ /Ф.И.О./

Приложение 10

/Форма/

Сводная ведомость буронабивных свай

Наименование строительной организации _____

Объект _____

№ п.п	Дата устройства сваи	№ свай по плану	Отметка низа, м		Отметка головы, м		Диаметр ствола, м		Диаметр уширения, мм		Примечание
			по проекту	фактическая	по проекту	фактическая	по проекту	фактический	по проекту	фактический	

Руководитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

" " _____ 197___ г.

Приложение II

/Форма/

Журнал № _____ изготовления буронабивных свай с металлической оболочкой

Наименование строительной организации _____ Объект _____

№ сваи по плану _____ Тип бурового станка _____

Тип уширителя _____ Способ бетонирования _____

СВАЯ №

Диаметр ствола сваи _____ м

Диаметр уширения _____ "

Фактическая отметка поверхности грунта _____ "

Отметка низа оболочки _____ "

Отметка верха оболочки _____ "

Марка бетона, консистенция _____

Арматурный каркас:

продольная арматура _____ (количество стержней, диаметр, длина)

поперечная арматура _____ (диаметр, расстояние между хомутами)

Даты:

начала работ _____ окончания работ _____

Дата, смена	Бурение ствола		Отметка кровли несущего слоя грунта	Время погружения оболочки, час., мин.		Время разбуривания уширения, час., мин.		Время бетонирования, час., мин.		Объем уложенного бетона, м³	Заглубление/минимальное/ низа трубы в бетоне, м	Примечание
	Тип и диаметр бурового снаряда, мм	Отметка забоя скважины		начала	окончания	начала	окончания	начала	окончания			

Прораб _____ /подпись/ /Ф.И.О./

Сменный мастер _____ /подпись/ /Ф.И.О./

Приложение 12

/Форма титульного листа/

Журнал изготовления буровых опор

Трест _____

Строительное управление _____

Участок _____

Объект _____

Тип бурового станка _____

Начальник участка /ст.прораб/ _____ /подпись/ /Ф.И.О./

Производитель работ _____ /подпись/ /Ф.И.О/

_____ год

Продолжение приложения I2

/Форма/

Журнал бурения

Опора № _____ /по плану объекта/

Диаметр ствола опоры _____ /наружный диаметр обсадной трубы/

Отметка условного горизонта /0,00/ _____

Проектная отметка подошвы _____/относительно условного горизонта/

Длина звеньев обсадной трубы $l_1 =$ _____, $l_2 =$ _____, $l_3 =$ _____

/ l_1 - длина нижнего звена с режущим наконечником/

Отметка уровня грунтовых вод _____/относительно условного горизонта/

Дата, смена	Время работы: Начало, час., мин.	Время работы: Окончание, час., мин.	Пройдено за смену, м	Грунтовые слои и марка грунтовых образцов	Отметка слоя кровли	Отметка подошвы слоя	Отметка поверхности воды в скважине	Время окончания зачистки забоя в основании подошвы опоры, час., мин.	Отметка основания после зачистки забоя	Примечание /простои и их причины, наплывы грунта в скважину и меры по их устранению, нарушения технологического режима в ходе работ, замечания технадзора/	Подпись бурового мастера

Производитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Продолжение приложения 12

/Форма/

Журнал бетонирования

Марка бетона _____ /по проекту/

Осадка конуса _____ /по проекту/

Вид, марка и срок схватывания цемента _____

Объем бетона в опоре _____ $м^3$ /по проекту/

Маркировка контрольных образцов _____ /№ образца и время взятия пробы/

Отметка низа каркаса:

по проекту _____ м

фактически _____ м

Дата, смена	Этапы бетонирования. Начало бетонирования, час., мин. Окончание бетонирования, час., мин.	Объем уложенного бетона $м^3$	Подъем обсадной трубы		Отметка бетонной смеси, м		Отметка режущего наконечника после подъема обсадной трубы, м	Подвижность и температура зимой бетонной смеси при укладке в опору			Примечание /нарушения технологического режима в ходе работ, их причины, меры устранения, отметка об отборе контрольных кубиков, особые условия, замечания технадзора и др./	Подписи бурового мастера и лаборанта
			Начало, час., мин.	Окончание, час., мин.	в начале подъема трубы	в конце подъема трубы		Время взятия, час., мин.	Осадка конуса, см	Температура, град.		

Производитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Приложение 13

/Форма титульного листа/

Журнал № изготовления вибронабивных бетонных свай

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

За период с _____ 197__ г. по _____ 197__ г.

Наименование крана-копра _____

Высота стрелы _____

Длина трубы _____ м

Диаметр трубы _____ мм

Диаметр башмака _____ мм

Высота башмака _____ мм

В журнале _____ стр.

Производитель работ _____ / Ф.И.О./
/подпись/

Свая № _____

Погружение начато /число, месяц, час, мин./ _____

Погружение закончено _____

Тип вибропогружателя _____

Отметка условного горизонта _____

Расстояние от условного горизонта до поверхности грунта ___ м

Расстояние от верха трубы до условного горизонта _____ м

Фактическая отметка острия башмака _____ м

Наличие воды в трубе _____

Результаты осмотра арматурного каркаса _____

Время начала приготовления бетона _____ час. _____ мин.

Время загрузки бетона:

Начало _____ час. _____ мин.

Конец _____ час. _____ мин.

Расстояние от верха трубы до верха бетона /перед началом вибрирования/ _____ м

Время извлечения трубы:

Начало _____ час. _____ мин.

Конец _____ час. _____ мин.

Расстояние от верха бетона до условного горизонта отсчета после полного извлечения трубы _____ м

Фактическая отметка головы сваи _____

Фактическая длина сваи _____ м

Количество бадей бетона, втрамбованных в ствол и пяту сваи, и его объем _____ шт., _____ м^3

Диаметры ствола _____ мм, пяты /по объему бетона/ ____ мм

Срок начала схватывания цемента _____

№ кубиков бетона _____

Марка бетона _____

Марка цемента _____

Производитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Приложение 14

/Форма/

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

Сводная ведомость по изготовлению вибронабивных свай

/ № /

за период с _____ 197__ г. по _____ 197__ г.

Наименование крана _____

Высота стрелы _____ м

Длина трубы _____ м

Диаметр башмака _____ мм

Высота башмака _____ мм

Диаметр трубы _____ мм

Для свай с

№____ по № _____

Марка бетона _____

Марка цемента _____

Срок начала схватывания цемента _____

№ кубиков бетона _____

№ п.п	№ свай по плану	Дата изготовления /месяц, число/	Отметка острия башмака		Длина каркаса, м	Промежуток времени от начала приготовления бетона до конца извлечения трубы из грунта	Полный объем загружения в трубу бетона	Отметка верха головы сваи		Фактическая длина сваи, м	Диаметры, мм	
			фактическая	проектная				фактическая	проектная		ствола	пяты

Руководитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Приложение 15

/Форма/

Журнал устройства набивных свай с камуфлетной пятой

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

Способ образования скважин, размеры _____

Способ установки обсадной трубы, размеры труб _____

Марка бетона ствола, осадка конуса _____

Срок начала схватывания цемента _____

Взрывчатое вещество _____

Даты:

начала работ

окончания работ

№ свай	Дата бурения скважин	Диаметр скважины, м	Глубина скважины, м	Дата камуфлетирования	Вес заряда, ВВ, кг	Время приготовления бетонной смеси, час., мин.	Время взрыва заряда, час., мин.	Уровень бетона в трубе, м		Объем бетона, м³			Диаметр камуфлетной пяты, м	Подпись ответственного исполнителя
								до взрыва	после взрыва	пяты	ствола над пятой	общий		

Производитель работ _____ / Ф.И.О. /

/подпись/

Приложение 16

/Форма/

Журнал устройства железобетонных свай-стоек с камуфлетной пятой

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

Способ образования скважины _____

Способ установки воронки с обсадной трубой _____

Марка бетона, применяемого для камуфлетной пяты, осадка конуса _____

Конструкция ствола, сечение, марка бетона _____

Взрывчатое вещество _____

Даты:

Начала работ

Окончания работ

№ фундаментной оси	№ сваи	Диаметр скважины, м	Глубина скважины, м	Дата камуфлетирования	Вес заряда ВВ, кг	Время приготовления бетонной смеси, час., мин.	Время взрыва заряда, час., мин.	Уровень бетона в трубе, м			Объем бетона, м³			Диаметр камуфлетной пяты, м	Время забивки ствола, час., мин.	Отметка головы сваи	Подпись ответственного исполнителя
								до взрыва	после взрыва	перед забивкой ствола	пяты	ствола над пятой	общий				

Производитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Приложение 17

/Форма/

Журнал камуфлетирования свай-оболочек

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

Свая-оболочка № _____

№ свай-оболочки	Дата камуфлетирования	Время		Диаметр оболочки, мм		Характеристика острия /наконечника/		Отметка низа наконечника	Тип ВВ	Вес заряда ВВ, кг	Уровень бетона в оболочке, м		Объем бетона камуфлетной пяты, м³	Средний диаметр камуфлетной пяты, м		Подпись ответственного исполнителя
		начала, час., мин.	окончания, час., мин.	наружный	внутренний	Материал	Высота, мм				до взрыва	после взрыва		при сосредоточенном заряде	при кольцевом заряде	

Производитель работ _____ /Ф.И.О./

/подпись/

Приложение 18
/Форма/

Сводная ведомость устройства камуфлетных свай и свай-оболочек

Наименование строительной организации _____

Наименование объекта _____

№ сваи /сваи-оболочки/	Дата камуфлетирования	Отметка опирания по центру пяты, м		Средний диаметр пяты, м		Примечание
		по проекту	фактическая	по проекту	фактический	

Руководитель работ _____ /Ф.И.О./
/подпись/

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	3
2. Виды буронабивных свай и область применения	3
3. Инженерно-геологические изыскания	6
4. Статические испытания опытных и контрольных свай	8
Общие требования	8
Подготовка к испытаниям	9
Документация по результатам испытаний	I0
Испытание свай осевыми вдавливающими нагрузками	I0
Испытание свай горизонтальными нагрузками	I5
Испытание свай осевыми выдергивающими нагрузками	I8
Особенности испытаний свай в просадочных грунтах	20
5. Технология и организация работ	2I
Общие требования	2I
Устройство буронабивных свай сухим способом	25
Устройство буронабивных свай с применением глинистого раствора	30
Бетонирование методом вертикально перемещающейся трубы /ВПТ/	35
Устройство свай-опор с применением трубчатых оболочек	39
Устройство глубоких буровых опор с применением станков типа Супер-ЕДФ и 20-ТН	4I
Устройство вибронабивных свай	46
Устройство свай с камуфлетной пятой	48
6. Основные указания по проектированию	65
7. Расчет свай по первому предельному состоянию	72
8. Расчет свайных фундаментов и их оснований по второму предельному состоянию /деформациям/	9I
9. Конструирование и расчет свайных ростверков	99

Стр.

IO. Приемка свайных работ II0

Приложение I. Техническое задание на проведение испытаний свай /форма И-I/ II2
Приложение 2. Журнал статического испытания свай /форма И-2/ II5
Приложение 3. Щуп для замера объема бетонной смеси в кузове автосамосвала II6
Приложение 4. Допускаемая температура бетонной смеси и ее составляющих для зимних условий II7
Приложение 5. Требования, предъявляемые к электропрогреву II7
Приложение 6. Контроль прочности бетона головы свай с помощью прибора типа КМ II8
Приложение 7. Правила измерения осадки конуса I20
Приложение 8. Определение показателя сохранения подвижности бетонной смеси К I2I
Приложение 9. Журнал устройства буронабивных свай /форма/ I22
Приложение I0. Сводная ведомость буронабивных свай /форма/ I23
Приложение II. Журнал изготовления буронабивных свай с металлической оболочкой /форма/ I24
Приложение I2. Журнал изготовления буровых опор /форма/. . I25
Приложение I3. Журнал изготовления вибронабивных бетонных свай /форма/ I28
Приложение I4. Сводная ведомость по изготовлению вибронабивных свай /форма/ I30
Приложение I5. Журнал устройства набивных свай с камуфлетной пятой /форма/ I3I
Приложение I6. Журнал устройства железобетонных свай-стоек с камуфлетной пятой /форма/ I32
Приложение I7. Журнал камуфлетирования свай-оболочек /форма/ I33
Приложение I8. Сводная ведомость устройства камуфлетных свай и свай-оболочек /форма/. I34

Редактор Р. Н. Мусиенко
Технический редактор А. Н. Ясева
Корректор И. М. Маматкулова

**Научно-исследовательский институт
строительного производства Госстроя УССР**

Сдано в произв. 23/VIII 1974 г. Форм. бум. 60×84 1/16. Печ. л. 8,5.
Изд. № 77. Заказ 837. Тираж 500. Цена 43 коп.

gost.e-ecolog.ru

ная лаборатория НИИСП Госстроя УССР. Киев, Преображенская, 5/2.