НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

gost.e-ecolog.ru

МОСКВА—1985

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

МОСКВА—1985

УДК 624.154:624.139

Настоящие Рекомендации составлены в развитие глав СНиП II-18-76 "Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования" и СНиП 3.02.01-83 "Основания и фундаменты. Правила производства работ". Предназначены для инженерно-технических работников организаций, занимающихся проектированием и строительством фундаментов на вечномерзлых грунтах.

Рекомендации разработаны канд.техн.наук Ю.О.Таргулияном, инж. Д.П. Высоцким (НИИОСП), инж. В.С.Неклюдовым (ПСМО Норильскстрой) под научной редакцией канд.геол.-минералог.наук Д.И.Федоровича (НИИОСП). При подготовке Рекомендаций использованы результаты исследований, проведенных НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР, Фундаментпроектом, ЛенЗНИИЭПом, Красноярским Промстройниипроектом, Норильским горнометаллургическим комбинатом им. А.П.Завенягина, ВНИИЗеммашем, трестом Арктикстрой, комбинатом Печоршахтострой, трестом Норильскструбопроводстрой и другими организациями.

Рекомендации рассмотрены на секции Научно-технического совета НИИОСП и рекомендованы к изданию.

С выходом в свет настоящих Рекомендаций утрачивает силу "Указания по проектированию и устройству свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах" (РСП 14-62) и "Указания по проектированию и устройству свайных фундаментов в районах распространения пластичномерзлых грунтов" (РСН 41-72).

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИОСП.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова, 1985

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Строительными нормами и правилами (СНиП II-I8-76) рекомендуется в зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, мерзлотно-грунтовых условий и возможности направленного изменения свойств грунтов основания применять один из двух принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве основания: по принципу I грунты основания используются в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения, по принципу II грунты основания используются в оттаявшем состоянии (с оттаиванием до начала возведения здания или в процессе эксплуатации).

Настоящие Рекомендации распространяются на устройство свайных фундаментов при использовании вечномерзлых грунтов основания по принципу I.

I.2. При использовании грунтов основания в мерзлом состоянии (принцип I) основным, наиболее надежным и индустриальным типом фундаментов являются сваи. Сваи могут быть железобетонными, металлическими, деревянными и комбинированными.

I.3. Организация и технология устройства свайных фундаментов зависит от следующих факторов:

мерзлотно-грунтовых условий (температуры грунта, влажности, льдистости, состава грунта, наличия грунтовых вод, их агрессивности и др.);

времени года и наличия машин и механизмов для производства буровых и свайных работ;

конструкции сваи (цельно-сборная, составная, комбинированная, буронабивная, стыкованная);

конструкции стыка элементов свай, который может быть расчетный, воспринимающий изгибающий момент от нагрузки на сваю, монтажный, платформенный на растворе для свай-столбов и др.;

формы поперечного сечения сваи (квадратная, прямоугольная, круглая, полая, с фасками или без них и др.);

шага свай и их длины, массы отдельных элементов, количества свай в одной скважине;

способа строповки и закрепления сваи в скважине по высоте и в плане;

расположения свай в плане (отдельностоящие, однорядное, кустовое);

расположения сваи под несущими конструкциями (отдельностоящие

опоры, под зданием или сооружением);

конструкции опорной части сваи (на растворе, щебне, на бетоне грунте и др.);

конструкции верхней части сваи, входящей в ростверк (шарнирное соединение, монолитное);

способа установки сваи на проектные отметки (срубка сваи, наращивание, подсыпка непросадочного материала под торец и др.);

конструкции или способа защиты сваи от температурно-влажностных воздействий в зоне над поверхностью грунта и ниже его на 0,5-0,6 м (при заводском изготовлении - в построечных условиях);

способа инженерной подготовки грунта основания (охлаждение с поверхности, со дна котлована или траншей, глубинное охлаждение воздухом через скважины, холодильными колонками, саморегулирующимися охлаждающими устройствами и др.);

конструкции инженерных сетей и вводов в здания;

конструкции подполья здания и покрытия его;

способа механизации земляных работ в подполье здания или сооружения.

I.4. Основным материалом при устройстве свайных фундаментов под капитальные здания и сооружения является железобетон и бетон.

Проектная марка бетона по морозостойкости и водопроницаемости бетонных и железобетонных конструкций свай и ростверков должна приниматься в зависимости от режима их эксплуатации и значений расчетной зимней температуры наружного воздуха в района строительства в соответствии с главой СНиП II-21-75 (с.17 и 29) не ниже указанных в табл. 8 (попеременное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии конструкций, расположенных в сезонно-оттаивающем слое грунта в районах с вечномерзлыми грунтами при температуре воздуха ниже -5°С для конструкций кл.I МРЗ 300 В-6; кл.II - МРЗ 200, В-4).

I.5. При наличии агрессивных по отношению к бетону природных грунтовых вод (надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных), а также поверхностных промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод необходимо учитывать, что незащищенные нестойкие против агрессии бетонные и железобетонные конструкции, подверженные воздействию агрессивных сред на уровне поверхности земли, теряют несущую способность из-за уменьшения рабочего сечения на глубину до 60 см от поверхности грунта в результате коррозионных процессов на поверхности.

Части железобетонных свай, расположенные в зоне воздействия агрессивной среды, должны быть защищены в соответствии с указаниями

главы СНиП II-28-73, что должно быть отражено в проекте. При этом следует учитывать влияние защитных мероприятий на прочность смерзания и несущую способность сваи.

Толщина защитного слоя арматуры в сваях, предназначенных для эксплуатации в слабо- и среднеагрессивной среде, должна составлять не менее 3 см. Для сильно агрессивных сред рекомендуется применять сваи со специальным армированием, с защитным покрытием или сваи из бетона со специальными добавками, повышающими коррозионную стойкость бетона. Выбор того или иного вида сваи и способа их защиты должен производиться на основании технико-экономического сравнения.

I.6. Железобетонные сваи могут быть цельными, составными и комбинированными (верх из сборного железобетона, низ - из монолитного и др.); буронабивными (армированными на всю длину или только в верхней ее части).

I.7. Цельные сваи по условиям транспортирования и возможностям грузоподъемных машин целесообразно изготовлять длиной не более I6 м. При необходимости большей длины и в случаях, когда к нижней части сваи не предъявляются повышенные требования по прочности и морозостойкости, целесообразно переходить на составные или комбинированные сваи.

I.8. Конструкции стыковых соединений секций свай и свай-оболочек могут выполняться на болтах, ребристых вкладышах, упругих вкладышах, клиновых соединениях, стальных стержнях; штырях, на железобетонных вкладышах, фланцево-болтовых соединениях, полуавтоматических защелках, сварными и др.

При сваях сечением 800 мм и больше возможно применение составных свай из свай-блоков, укладываемых на раствор М I00 и выше в зависимости от расчетной нагрузки.

I.9. Длинномерные "висячие" сваи на глубине ниже 8-I0 м от поверхности грунта целесообразно выполнять из бетона М I00-I50 с морозостойкостью МРЗ I00-I50, поскольку нагрузки на сваю в этой зоне и температурно-влажностные воздействия значительно меньше, чем в верхней части сваи.

I.I0. Форма поперечного сечения сваи может быть: прямоугольная, трапецоидальная, квадратная, круглая, крестообразная, тавровая, двутавровая. Сечение может быть цельным и иметь полости. Наиболее распространенными являются квадратное, трапецоидальное (с фасками и без фасок) и круглое. Размер поперечного сечения влияет на несущую способность сваи как по материалу, так и по грунту основания. С увеличением поперечного сечения несущая способность сваи возрастает, однако

при этом свая недоиспользуется по материалу. Поэтому целесообразно сваи с большим поперечным сечением выполнять полыми или применять сваи-оболочки. Возможна также установка в одной скважине двух и более свай.

Увеличение поперечного сечения сваи при прочих равных условиях позволяет уменьшить ее длину или увеличить шаг свай. В тех случаях, когда затраты на бурение значительны, следует стремиться к уменьшению объемов бурения, что достигается при переходе на больной шаг свай.

I.II. Располагать сваи в плане целесообразно исходя из конструктивной схемы здания или сооружения, стремясь передать нагрузку на сваи центрально, сводя к минимуму действие изгибающих моментов. Это достигается за счет расположения отдельностоящих свай соосно с направлением вертикальных нагрузок, расположения свай в один ряд под несущими ограждающими конструкциями и кустовом расположении под колонны и другие сосредоточенные нагрузки, превышающие 100 т.

I.I2. Правильный выбор конструкции сопряжения свайных фундаментов с надземными частями сооружений имеет большое значение для обеспечения нормальной работы сооружения в целом.

Сопряжение сваи с надфундаментными конструкциями целесообразно обеспечивать железобетонной балкой-ростверком или заменяющим его элементом (цокольной стеной или панелью на оголовке свай).

Ростверки выполняют в виде железобетонных балок, плит, армированных жестких блоков и железобетонных колец, свободно опирающихся на сваи (постоянная центральная нагрузка) или замоноличиваемых с ними (постоянная или временная боковая нагрузка).

I.I3. Для точной установки сваи по высоте целесообразно применять следующие приемы: вывешивание, подсыпку под торец сваи непросадочного материала (щебень и др.). Срубка допускается как исключение, и в этом случае сваю следует заводить в ростверк. Наращивание сваи для обеспечения проектной отметки осуществляется с устройством монолитной железобетонной обоймы.

I.I4. Для защиты свай в зоне переменного температурно-влажностного воздействия в случае, если не обеспечивается морозостойкость МРЗ 300, необходимо предусматривать определенные конструктивные мероприятия.

Для призматических свай сплошного сечения верхнюю часть изготовлять с защитой в заводских условиях металлическим листом (трубой) толщиной 5-6 мм; в построечных условиях применять металлические кожу-

ки, сечение которых на 5-10 см больше сечения сваи, и промежуток между сваей и кожухом заполнять гидрофобным теплоизоляционным материалом.

Для защиты свай-оболочек и полых свай от разрушения в зоне переменного температурно-влажностного воздействия и при замерзании раствора в полости сваи рекомендуются следующие конструктивные меры:

замена части сваи оболочки металлической трубой с толщиной стенки, обеспечивающей расчетную прочность, но не менее 12 мм;

установка утепляющих скорлуп из битумно-клаковой смеси или других теплоизоляционных материалов в металлической обойме;

устройство цилиндрических оголовков стаканного типа из бетона повышенной прочности и морозостойкости М400, МРЗ 300, В-8;

заделка оболочек в бетон ростверка не менее чем на 50 см;

установка при изготовлении свай металлического бандажа для восприятия и передачи на арматуру усилий от нагрузки.

Для обеспечения прочности оболочек в зоне замоноличивания головы сваи с ростверком при подборе состава и укладке бетона замоноличивания рекомендуется: вводить в бетон воздухововлекающие добавки для равномерного распределения по объему бетона пор, амортизирующих давление замерзающей в бетоне воды; назначать минимальное водосодержание бетонной смеси для обеспечения наибольшей плотности и морозостойкости бетона; предусматривать усиленное армирование бетона замоноличивания спиральной арматурой, так как она препятствует росту остаточных деформаций расширения бетона при циклическом замораживании и оттаивании; защищать бетон замоноличивания от проникания влаги сверху и снизу в период эксплуатации.

1.15. Буронабивные сваи в зимний период целесообразно выполнять с электропрогревом верхней части и способом термоса в нижней. Верхнюю часть сваи целесообразно выполнять из сборных элементов, устанавливаемых в предварительно уложенный в скважину бетон с заглублением их в бетон на 1-2 диаметра скважины, но не менее 0,5 м.

1.16. При применении составных и стыкованных свай необходимо предусматривать способы строповки нижних частей свай, обеспечивающие автоматическую расстроповку после опускания нижней сваи в скважину.

1.17. Трубобетонные сваи целесообразно применять в случаях, когда требуется обсадка скважины, а извлечение труб затруднительно. При необходимости внутри бетонного ядра устанавливается арматура: гибкая (в виде стержней) или жесткая (уголки, двутавры и др.). Армирование

ядра позволяет уменьшить диаметр свай, что ведет также к снижению затрат на бурение. При этом улучшается использование материала бетонного ядра сваи (бетон в обойме), а вследствие изоляции бетона от температурно-влажностных воздействий улучшаются также условия его работы под нагрузкой.

Заполнение труб бетоном осуществляется свободным сбрасыванием бетона в трубу и последующим вибрированием глубинными вибраторами, вводимыми в бетон.

I.I8. При I принципе использования грунтов оснований применяются в основном висячие сваи, которые нагрузку на грунты оснований передают как боковой поверхностью за счет смерзания с вечномерзлыми грунтами, так и торцом. При изготовлении железобетонных свай опалубку не смазывают маслянными, масляно-эмульсионными и другими составами, уменьшающими прочность смерзания боковой поверхности сваи с грунтами оснований.

Короткие сваи в крупнообломочных и песчаных грунтах торцом могут передавать до 30% нагрузки, а в отдельных случаях даже до 50% (независимо от того, является ли торец сваи плоским или имеет острие).

При устройстве свай-стоек вся нагрузка со сваи передается ее нижним торцом на практически несжимаемые грунты. Силы трения грунта о боковую поверхность сваи (при II принципе) или прочность смерзания грунта с боковой поверхностью сваи (при I принципе) не учитываются Вследствие этого при устройстве свай-стоек часто отпадает необходимость сохранения грунтов оснований в мерзлом состоянии, т.е. применение I принципа.

I.I9. Особенности устройства и работы свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах, используемых по I принципу, определяются следующим:

сваи, как правило, нельзя забивать в вечномерзлый грунт - для их погружения подготавливаются скважины;

загружать сваи можно только после их вмерзания в грунта оснований, а расчетную нагрузку сваи могут воспринимать лишь после восстановления расчетных отрицательных температур вечномерзлых грунтов оснований;

несущая способность свай в вечномерзлых грунтах зависит от их температуры, которая изменяется в течение всего срока службы свайного фундамента: увеличивается при понижении и уменьшается при повышении температуры вечномерзлых грунтов основания.

Поскольку погружение свай в вечномерзлые грунты обычно связано со значительным нагревом грунтов, вмерзание свай, а особенно восстановление расчетных отрицательных температур грунтов около них, нередко длится месяцами. Соответственно этому увеличивается общая продолжительность строительства здания или сооружения. Преждевременное же возведение стен здания и передача нагрузки на сваи могут привести к его неравномерным деформациям и даже к разрушению.

I.20. В соответствии с указаниями главы СНиП II-18-76 по способу погружения в вечномерзлые грунты сваи подразделяются на буроопускные, опускные и бурозабивные.

При погружении свай в вечномерзлые грунты обычно основной, наиболее дорогостоящей, трудоемкой и продолжительной частью работ является подготовка скважин. В настоящее время применяются механические, тепловые и комбинированные способы подготовки скважин для погружения свай. К механическим способам относятся - ударно-канатное и вращательное бурение (резцово-шнековое и шарошечное); к тепловым - оттаивание скважин паровыми иглами и огневое бурение; к комбинированным - огневое термомеханическое и паровибролидерное бурение.

Вечномерзлые грунты в естественном состоянии часто даже на одной строительной площадке неоднородны по составу и имеют различную температуру по глубине и в плане. По буримости грунты подразделяются на устойчивые и неустойчивые при бурении; при механическом бурении на глубину распространения неустойчивых грунтов используются обсадные трубы. При наличии грунтовых вод бурение также ведется с обсадкой.

При наличии неоднородных по глубине грунтов с валунами и скальными включениями целесообразно применять машины для буровых работ со сменным оборудованием: шнеком, ковшовым буром, грейфером, шарошкой или использовать несколько машин, которые бурят скважину, сменяя друг друга в зависимости от вида грунта.

Поскольку технология работы с буровыми станками достаточно полно изложена в соответствующих инструкциях к оборудованию, в настоящих Рекомендациях дается лишь оценка способов подготовки скважин с точки зрения их применимости для погружения свай при различных мерзлотногрунтовых условиях.

Технология оттаивания скважин паром изложена в разд.4.

Способ бурения обычно определяет и способ погружения свай и интенсивность обогрева грунтов оснований в процессе устройства свайных фундаментов, а следовательно, и продолжительность вмерзания свай. Поэтому в разд.2 даются также сведения о продолжительности вмерзания

сваи в зависимости от способа их погружения и способа подготовки скважин.

2. ПОДГОТОВКА СКВАЖИН ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

2.I. Ударно-канатное бурение (станками БС-I, БС-IМ, УКС и др.) заключается в разрушении и измельчении мерзлого грунта кромками долота бурового снаряда, сбрасываемого с высоты 0,5-I м, заливке в скважину воды для получения бурового шлама и удаления из скважины жидкого бурового шлама желонированием.

Бурение является малопроизводительным и трудоемким процессом, поэтому его рекомендуется применять при подготовке скважин в вечномерзлых грунтах с большим содержанием крупнообломочного материала и валунов при подтоке грунтовых вод, при прослойках талого грунта, когда требуется обсадка и в других случаях, когда более экономичные и производительные способы бурения неприменимы.

2.2. Качество стенок скважины при ударно-канатном бурении зависит от состава и температуры пробуриваемых вечномерзлых грунтов. В однородных низкотемпературных грунтах без крупнообломочных включений скважины получаются вертикальными, правильной формы, с ровными стенками. В грунтах с большим количеством крупнообломочных включений и валунов скважины могут отклоняться от вертикали, иметь изломы продольной оси, эллиптичность, каверны. На дне скважины обычно остается слой шлама глубиной I5-30 см. Прогрев мерзлых грунтов, прилегающих к стенкам скважины, значительный, в особенности в местах, где встречаются валуны и прослойки гравия и гальки, поэтому при заливке в скважину воду в процессе бурения необходимо регулировать ее температуру с учетом температуры и состава грунта. Оборудование для ударно-канатного бурения предусматривает возможность обсадки как устья, так и ствола скважины.

2.3. Вращательное резцово-шнековое бурение скважин буримьно-крановыми машинами БМ-8020, БМК-I50I, БМ-2000 и др. заключается в разрушении мерзлого грунта ре ением и отчасти сколом и в удалении сравнительно крупных кусков мерзлого грунта механическими способами.

Вращательное бурение является высокопроизводительным, малоэнергоемким процессом, его рекомендуется применять в однородных вечно - мерзлых грунтах с ограниченным количеством крупнообломочного материала.

2.4. Вращательное шарошечное бурение с пневмошнековой системой очистки скважин (станками БТС-500, БТС-350, БТС-600 и др.) заключается в разрушении и измельчении мерзлого грунта шарошками и удалении разрушенной породы с помощью шнеков, сжатого воздуха. Бурение наиболее эффективно при проходке скважин в твердомерзлых грунтах с содержанием валунов до 50% (размером до 30 см) и гравийно-галечниковых грунтах. Такое бурение как более производительное рекомендуется применять вместо ударно-канатного.

2.5. При вращательном резцово-шнековом и шарошечном бурении скважины получаются вертикальными, правильной формы, с ровными стенками. На дне скважин обычно остается небольшое количество неизвлеченной разрушенной породы. Как устье, так и ствол скважины при вращательном бурении обсаживать можно, но это достаточно трудоемкая операция. Прогрев мерзлых грунтов, прилегающих к стенкам скважин, незначителен и не оказывает существенного влияния на продолжительность вмерзания свай.

2.6. При комбинированном бурении мерзлый грунт разрушается в результате совместного теплового и механического воздействия .

2.7. Комбинированное огневое термомеханическое бурение термомеханическим буровым станком ТБС заключается в разрушении мерзлого грунта в результате воздействия на забой скважины высокотемпературной газовой струи (800-1400°С), подаваемой со сверхзвуковой скоростью, и механического вращательного воздействия шарошками. Разрушенный, раздробленный и истертый до состояния мелкого песка и пыли грунт удаляется восходящей струей отработанного газа. Огневое термомеханическое бурение скважин под сваи на однородных вечномерзлых грунтах с ограниченным количеством крупнообломочного материала является достаточно производительным и может быть сопоставимо с вращательным резцово-шнековым бурением. Однако стоимость станков ТБС и их эксплуатация примерно в 10 раз превосходит таковую по сравнению с бурильными машинами вращательного действия (БМ-802С).

При наличии в вечномерзлом грунте валунов и крупнообломочного материала огневое термомеханическое бурение можно сопоставить с шарошечным бурением (станками БТС-500). Однако термическое разрушение валунов и крупнообломочных включений связано с резким замедлением бурения, образованием уширений скважины и значительным обогревом вечномерзлых грунтов. Это повышает расход раствора для заполнения скважин и значительно увеличивает продолжительность вмерзания свай. Вследствие

очень быстрого выхода из строя шарошек и большого расхода горючего обычно в практике строительства на таких грунтах термомеханические буровые станки (ТБС) переоборудуются на простое шарошечное бурение и работают без подачи к забою горячей смеси.

2.8. Комбинированное паровибродидерное бурение заключается в погружении с вибрацией в мерзлый грунт трубчатой конструкции (трубчатого бура) с открытым нижним торцом, по кольцевому сечению которого непрерывно под давлением подается пар. Благодаря колебаниям, вызываемым вибропогружателем, паровой вибродидер непрерывно перемещается вслед за границей оттаивания, и струи пара из буровой коронки попадают непосредственно к поверхности мерзлого грунта. Грунт разрушают, оттаивают и прорезают коронкой по кольцевому сечению. Керн мерзлого грунта извлекают из скважины или оттаивают и оставляют в ней в виде грунтового шлама, заменяющего раствор для заполнения пазух между стенками скважины и сваей.

Скважина получается вертикальной, правильной формы, стенки ровные. Вечномерзлые грунты, прилегающие к стенкам скважины, оттаивают на толщине 2-3 см и еще на несколько сантиметров переходят из твердомерзлого в пластичномерзлое состояние.

Способ отличается высокой производительностью. Применим в вечномерзлых грунтах независимо от их температуры и состава с содержанием крупнообломочных включений до 30%.

2.9. Отличием тепловых способов подготовки скважин от механических способов бурения является то, что трудоемкое механическое разрушение вечномерзлых грунтов заменяется их оттаиванием. Высокопрочный мерзлый грунт превращается в разжиженную и разогретую до 100^{0} массу оттаянного грунта, заполняющую скважину примерно на 0,9 ее глубины. Скважины под сваи при использовании вечномерзлых грунтов в качестве оснований по I принципу, как правило, оттаивают паром, подаваемым под давлением через паровую иглу (см.рисунок 4).

Скважины часто получаются неровными, с уширениями на отдельных горизонтах, обогрев стенок значительный.

2.10. Способ бурения скважин под сваи выбирается с учетом мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки и технологических возможностей строительной организации. В таблицах 2.1-2.3 приводятся также условия для рационального применения способа подготовки скважин протаиванием их паром.

Таблица 2.1

Мерзлотно-грунтовые условия для рационального применения способов бурения скважин, а также для протаивания скважин паром

Способы бурения		Мерзлотно-грунтовые условия для рационального применения способа подготовки скважин			
		Температура мерзлого грунта, °С		Содержание включений на скважину	
		песчаные грунты	глинистые грунты	крупнообломочных,%	валунов диаметром 100-250 мм, шт
Ударно-канатный		ниже - 0,5	ниже -0,3	30-70 в т.ч. забуривание в скальные породы	большое количество
Вращательный	резцово-шнековый	без ограничений	ниже -0,2	до 30	I-2
	шарошечный	без ограничений	ниже -0,2	свыше 30 в т.ч.чисто скальные породы	большое количество
Огневой термомеханический		ниже - I	ниже -0,5	до 20	I-2
Паровибролидерный		ниже - 0,5	ниже -0,2	до 30	2-4
Протаивание скважин паровой иглой		ниже - I,5	ниже -I,0	до I5	2-4

Таблица 2.2

Технические характеристики различных способов подготовки скважин

Способы бурения		Размеры скважин, м		Скорость бурения скважин диаметром 0,4-0,5 м м/ч		
		глубина	диаметр	Песчаные грунты без включений	Глинистые грунты без включений	Песчаные и глинистые грунты с крупнообломочными включениями
Ударно-канатный		более 200	до 0,9	2,5 - 3,5	I,5 - 2	I - I,5
Вращательный	резцово-шнековый	8-20	до 0,65	до I5	до I0	до 5
	шарошечный	до I5	до 0,5	до I5	до I2	до I0
Огневой термомеханический		до I2	до 0,5	до 8	до I0	до 4
Паровибролидерный		до I0	до 0,5	30 - 40	20 - 30	20
Протаивание скважин паровыми иглами		до I0	до 0,8	до 20	8 - I2	8 - I6

Таблица 2.3

Ориентировочная продолжительность вмерзания одиночных свай в зависимости от способа подготовки скважин и погружения свай

	Продолжительность вмерзания свай, сут							
	Среднегодовая температура грунтов, °С							
	Буроопускные сваи				Бурозабивные сваи			
	-0,5	-I	-I,5	-3	-0,5	-I	-I,5	-3
Ударно-канатный	50-70	50-40	I5-25	6-I2	-	-	-	-
Вращательный	30-45	I5-25	8-I2	4-5	2-3	I-2	-	-
Огневой термомеханический	-	I20-I40	80-I00	40-60	I0-20	8-I0	5-7	2-4
Паровибробуровой	40-60	20-40	I2-20	6-I0	8-I2	5-I0	3-6	I-2
Протаивание скважин паровой иглой	-	-	I20-I40	50-70	-	-	-	-

Примечание. Первые числа в таблице означают продолжительность вмерзания при погружении свай зимой и весной, вторые - летом и осенью.

3. БУРООПУСКНОЙ СПОСОБ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

3.1. Буроопускной способ погружения свай в вечномерзлые грунты заключается в том, что сваи погружаются в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых превышает (на 5 см и более) наибольший размер поперечного сечения сваи, с заполнением скважины грунтовым раствором. К буроопускным относятся все виды свай, в том числе сваи- оболочки и сваи -столбы. Буроопускные сваи следует применять в твердомерзлых и пластичномерзлых грунтах, в том числе содержащих крупнообломочные включения, при средней температуре вечномерзлых грунтов по длине сваи - $0,5^{0}$С и ниже.

При средней температуре грунтов выше - $0,5^{0}$С для погружения буроопускных свай требуется искусственное охлаждение грунтов.

Полость погруженных полых свай и свай-оболочек заполняется грунтом или бетоном марки М100, а при железобетонных сваях в пределах размещения сваи в слое сезонного промерзания-оттаивание грунта - бетоном марки не ниже М300.

3.2. К преимуществам буроопускного способа погружения свай следует отнести возможность его применения почти при всех мерзлотно - грунтовых условиях. Кроме того, при этом способе можно применять сваи различного поперечного сечения и разной длины,в том числе составные и комбинированные из разных материалов. Другие достоинства этого способа: малая вероятность повреждений при погружении; точность установки сваи по глубине (при ее вывешивании); возможность применения растворов, повышающих несущую способность свай по грунту и защищающих верхнюю часть сваи от морозного разрушения; возможность охлаждения грунтов основания через скважины, подготовленные для погружения свай.

К недостаткам способа относятся: высокая стоимость и трудоемкость бурения скважин, большой объем бурения, значительно превышающий объем сваи, необходимость приготовления, подвоза и заливки в скважину грунтового раствора, т.е. "мокрые процессы".

3.3. Нижний торец буроопускных свай обычно устраивается плоским (без острия).

Для свободного погружения свай и заполнения пазух грунтовым раствором диаметр скважин должен быть не менее чем на 5 см больше максимального размера поперечного сечения сваи.

В засоленных вечномерзлых грунтах для повышения несущей способности буроопускных свай диаметр скважины может быть увеличен до размера, превышающего поперечное сечение сваи на 7-15 см, а скважины

заполняются песчано-известковым раствором вместо грунтового песчано-глинистого раствора.

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

Несовпадение оси скважины с осью сваи в уровне подошвы ростверка должно быть не более 5 см. Недобур скважины по сравнению с проектной глубиной допускается не более чем на 5 см при монолитном на 3 см при сборном ростверке.

Расстояние между осями буронабивных свай должно составлять не менее двух диаметров скважины при диаметре ее до 1 м включительно и не менее диаметра скважины плюс 1 м при диаметре ее более 1 м. В случае устройства монолитного ростверка при одноосном расположении свай (при согласовании с проектной организацией) допускается отклонение свай в поперечном направлении до величины, при которой контур сваи не выходит за обрез ростверка, а в продольном направлении не превышает 0,3 размера стороны (или диаметра) сваи.

3.4. Для заполнения пазух между стенками скважины и сваи применяют песчано-глинистые, песчано-известковые, песчано-зольные и другие грунтовые растворы (см.таблицу 3.1), а также спецрастворы (например, песчано-цементный), закачиваемые в скважину перед погружением сваи. Применяется также песчаное заполнение пазух (песчаный раствор), после погружения свай с обязательным вибрированием.

3.5. Раствор должен приготавливаться на растворном узле и транспортироваться к скважинам специальным авторастворовозом. Состав раствора, его температура и качество подбираются и контролируются строительной лабораторией.

Температура раствора, заливаемого в скважину в теплое время года соответствует температуре наружного воздуха, но должна быть не ниже $+5^{0}$С. При отрицательных температурах наружного воздуха температура грунтового раствора при его укладке должна быть не менее $+20^{0}$С. Осадка конуса (конус СтройЦНИИЛ) - 12-14 см; при подготовке раствора на строительной площадке осадка конуса допускается от 10 до 16 см.

3.6. Растворы для заполнения пазух (все, кроме песчаного) заливают бадьей перед погружением сваи или подаются с помощью растворонасоса. В тех случаях, когда в скважине имеется вода, которую трудно удалить (например, подток межмерзлотных вод), грунтовый раствор при заливке из бадьи подают ко дну скважины по бетонолитной трубе, чтобы вода отжималась на поверхность. Объем раствора назначается из расчета полного заполнения пазух между сваей и стенками скважин. Контролем

качества заполнения пазух является откатие раствора до поверхности грунта при погружении свай.

Сваи следует погружать в скважины непосредственно после заливки раствора.

При длине свай более 12 м допускается заливка в скважину перед установкой сваи части раствора из расчета заполнения пазух на глубине 10 м от дна скважины. Остальная часть раствора доливается в пазухи между стенками скважины и сваей после ее установки. При этом консистенция раствора должна быть такой, чтобы осадка конуса была не менее 14 см (но не более 16).

Перед погружением поверхность сваи следует очищать от намерзших комьев грунта, льда и снега. Песчаным раствором пазухи между стенками скважины и сваей следует заполнять после ее погружения с обязательным вибрированием раствора.

В отдельных случаях, при достаточной ширине пазух между стенками скважины и сваей, при отсутствии вывалов грунта и др. допускается устанавливать сваи на проектную отметку в сухую скважину с последующим заполнением пазух раствором, например, путем закачивания его растворонасосом по шлангам с инвентарного передвижного растворного узла. Для этого вначале шланг опускается на 0,5 м выше дна скважины, а затем по мере заполнения пазух извлекается из нее.

3.7. Погружать сваи рекомендуется непосредственно после пробуривания скважины.

Летом промежуток времени между подготовкой скважины и установкой сваи не должен превышать 4 ч. В зимнее время может быть допущена заблаговременная проходка скважин при условии осуществления мероприятий по предохранению от попадания в скважины снега или воды, образования инея и наледей на стенках скважины и принятия необходимых мер по технике безопасности. Однако во всех случаях необходимо принимать все меры для быстрого завершения работ по погружению свай.

Летом и осенью, когда скважина может заплыть, ее устье при необходимости обсаживают на глубину, равную толщине оттаявшего слоя грунта. Вода, попавшая в скважину, должна быть удалена, а если это трудно осуществить, необходимо проводить мероприятия, исключающие из-за наличия в скважине воды снижение несущей способности свай, погружение свай не до проектной глубины и разрушение свай.

Во всех случаях не следует допускать замерзания попавшей в скважину воды перед установкой сваи. Образовавшийся в скважине лед обязательно должен быть удален перед установкой сваи.

Таблица 3.I

Составы растворов для заполнения пазух между стенками скважины и сваей

Наименование раствора	Состав раствора на I м^3	Рекомендуемые условия применения
Песчано-известковый (основной)	I.Песок воздушно-сухой среднезернистый 820 л, известковое тесто плотностью I,4 г/см^3 - 300 л, вода 220 - - 320 л	Во всех случаях, кроме высокотемпературных вечномерзлых грунтов
	2.Песок воздушно-сухой I750 кг, известковое молоко I80 л, вода добавляется до получения требуемой осадки конуса	
Песчано-глинистый	I.Глина молотая высушенная (шихта) 300 л, песок 900 л, вода 4I0 л	При высокотемпературных вечномерзлых грунтах основания
	2.Мелкий песок и глина в соотношении 5:I-I0:I при консистенции, соответствующей осадке конуса I0-I6 и влажности 0,35-0,5	При наличии глины (для предотвращения отстоя воды в скважинах применяют бентонитовую глину I-2% или сухой цемент)
	3.Раствор, приготовляемый на месте с использованием бурового шлама	Разрешается только в теплое время года. Рекомендации по составу раствора и разрешение на его применение даются строительной лабораторией на основании определения состава грунтов площадки.

Продолжение таблицы 3.I

Наименование раствора	Состав раствора на I $м^3$	Рекомендуемые условия применения
Песчано-цементный (марка раствора I00 и выше)	Портландцемент М 300 – 450 кг, вода 4I0 л, песок воздушно-сухой 830 л Примечание. При устройстве висячих свай в вечномерзлых грунтах, используемых по I принципу, применение химических добавок, понижающих температуру замерзания, недопустимо	При наличии погруженных на большую глубину неизвлекаемых обсадных труб при высоте температурных вечномерзлых грунтах основания; при наличии грунтовых вод, агрессивных вод, талых прослоек При наличии расчетного стыка в зоне действия изгибающего момента

4. ОПУСКНОЙ СПОСОБ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

4.1. Опускной способ погружения свай в вечномерзлые грунты (опускные сваи) заключается в том, что сваи погружаются с оттаиванием грунта. Способ следует применять в твердомерзлых глинистых грунтах, мелких и пылеватых песках, содержащих крупнообломочные включения в количестве не более 15%, при средней температуре вечномерзлых грунтов по длине сваи от -1,5°С и ниже; диаметр зоны оттаивания должен быть не более 2 d, где d - размер наибольшей стороны поперечного сечения сваи.

Расстояние между осями опускных свай должны приниматься не менее $3d$.

Примечания. 1. Во всех случаях, когда в проекте предусмотрено погружение свай в вечномерзлые грунты опускным способом, рекомендуется для улучшения качества и производительности свайных работ погружать сваи с проходкой скважин паровым вибролидером (см. Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах с проходкой скважин паровым вибролидером. М., НИИОСП, 1983). 2. Мерзлотно-грунтовые условия для применения опускного способа погружения свай могут быть значительно расширены при проведении специальных дополнительных мероприятий (охлаждение грунтов оснований, бурение лидерной скважины для погружения паровой иглы, применение вибрации при погружении свай и др.).

4.2. Достоинства опускного способа погружения свай: простота, доступность, небольшие стоимость и трудоемкость; возможность погружения свай без применения дорогостоящей буровой техники; отсутствие "мокрых" процессов; повышение в песчаных грунтах несущей способности свай на 20-30% по сравнению с буроопускными сваями, когда пазухи между стенками скважины и сваей заполняются песчано-глинистым раствором.

К недостаткам способа относятся: значительный обогрев вечномерзлых грунтов основания, продолжительное неравномерное вмерзание свай, восстановление отрицательных температур грунтов оснований и, как следствие, увеличение продолжительности строительства; возможность выпучивания свай в процессе вмерзания; неприменимость или значительное усложнение применения способа в высокотемпературных вечномерзлых грунтах оснований (при средней температуре грунта в зоне заделки свай выше - 1,5°С) и содержание крупнообломочных включений более 15%; усложнение технологии погружения свай в пески; сложность соблюдения техники безопасности при оттаивании грунтов паровой иглой из-за возможности выбросов из скважины кипящей грунтовой массы.

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

ся здания или сооружения на пониженных отметках.

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

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

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

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

4.7. Для работы с паровыми иглами следует применять шланги (рукава), изготовленные из резинотканевых паропроводных рукавов (ГОСТ 18698-73. Рукава резиновые напорные с текстильным каркасом) для подачи насыщенного пара с температурой до 175°С, рассчитанные на рабочее (статическое) давление пара 8 ат. Шланги должны быть работоспособны при температурах наружного воздуха от -50 до +50°С.

При этом рекомендуется использовать новые шланги, прослужившие не более двух месяцев. При вынужденной работе со старыми шлангами их рекомендуется периодически отсоединить от игл, продувать паром под давлением на 1 2 ат выше, чем рабочее, применяемое в процессе проходки скважин.

После перерыва в работе также рекомендуется продувать шланги для удаления находящегося в них конденсата и постепенного разогрева стенок шлангов. Это способствует продлению срока службы шлангов и предохраняет их от разрывов в результате закупорки замерзшим конденсатом.

4.8. Для фиксации правильного положения рекомендуется отрывать в местах установки игл лунки или применять шаблоны. Поверхностный

слой из насыпных грунтов, если пробными попытками будет установлена невозможность проходки через него паровых игл, необходимо пробурить или пройти траншеей на всю глубину.

4.9. Оттаивание мерзлого грунта в месте погружения сваи производится одной или несколькими одновременно действующими паровыми иглами. Число одновременно оттаиваемых скважин определяется с учетом того, что на одну паровую иглу необходимо иметь 4–5 $м^2$ поверхности нагрева котла. Для эффективного оттаивания грунта подача пара на каждую иглу должна составлять не менее 300 кг/ч.

Давление пара на распределительной гребенке устанавливают равным: 3–4 ат для глинистых грунтов без крупнообломочного материала; 4–6 ат для песчаных грунтов; 6–8 ат для песчаных грунтов с включением гравия и гальки.

В начале погружения иглы в грунт давление пара устанавливают минимальным (3–4 ат), а после погружения иглы в грунт увеличивают до максимального (5–8 ат).

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

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

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

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

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

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

В однородных глинистых грунтах рекомендуется быстро погружать

паровую иглу до проектной глубины, а оттаивание грунта производить в процессе извлечения иглы из грунта с последовательной выдержкой ее на отметках, кратных 0,5 м.

Допускается также погружать иглу сразу до проектной отметки, а оттаивание грунта производить одновременно по всей глубине скважины в процессе выхода пара на поверхность. Такой способ оттаивания грунта является наименее трудоемким и наиболее производительным, однако качество оттаянных скважин не всегда получается хорошим. В нижней части скважины может образоваться уширение оттаянной зоны. Это может способствовать выпучиванию сваи в строительный период вследствие воздействия нормальных сил пучения на торец сваи при промерзании под ним грунта уширенной оттаянной зоны или вследствие воздействия на сваю касательных сил пучения при промерзании грунтов слоя сезонного оттаивания, когда нижняя часть сваи еще не вмерзла в грунт и не заанкерена в нем.

4.13. При неоднородных грунтах, имеющих различную льдонасыщенность, одновременное оттаивание скважины по всей глубине нерационально. Менее влажные грунты, например пески, оттаивают быстрее, более влажные, например глины, илы, - медленнее. Поэтому при одновременном оттаивании грунтов иглами, погруженными сразу на полную глубину, диаметр скважины на отметках, соответствующих расположению песков, получается значительно большим, чем там, где залегают глины или илы.

Для того чтобы поперечные размеры скважины были более или менее равномерными, иглу необходимо дольше выдерживать на отметках, соответствующих залеганию более льдонасыщенных грунтов. Время выдерживания иглы надо назначать пропорционально влажности мерзлого грунта. В таких случаях можно, например, погружать иглу на полную глубину оттаивания, а размеры скважины регулировать на разных уровнях, соответствующих составу и влажности грунтов, вести в процессе извлечения иглы.

4.14. В грунтах, содержащих крупнообломочный материал или песчаных, погруженную на заданную глубину иглу (превышающую глубину погружения сваи, п.4.11 рекомендуется выдерживать в течение 10-15 мин, чтобы в нижней части оттаиваемой скважины образовалось уширение диаметром, близким к заданному диаметру скважины. Это уширение при дальнейшем оттаивании играет роль резервуара, в котором оседает крупнообломочный материал. Затем продолжается оттаивание скважины по мере извлечения иглы с выдерживанием ее в течение нескольких минут через каждые 0,5 м подъема.

4.I5. Хорошее качество скважин, не имеющих уширений вверху или внизу, с относительно ровными стенками может быть получено при следующей технологии оттаивания. Начинают оттаивание с центра скважины, а затем для ускорения процесса и выравнивания стенок иглу погружают в нескольких точках в пределах намеченного контура скважины. Количество дополнительных погружений и длительность выдержки иглы зависит от состава грунтов и размеров скважины (в песках 4-5 погружений иглы, в глинистых грунтах 5-7, в торфах 6-8).

4.I6. Скорость погружения и сроки выдерживания иглы на различных глубинах, зависящие от времени года, состава, влажности и температуры грунтов, следует устанавливать в каждом конкретном случае пробным оттаиванием грунта и погружением сваи.

4.I7. С целью облегчения погружения опускных свай в песчаные грунты рекомендуется после их оттаивания в процессе погружения сваи к нижней части скважины выдавать сжатый воздуха (например, по трубке диаметром I9 мм), который перемешивает и рыхлит оттаянный песок. Если и этого оказывается недостаточно, допускается одновременно с погружением деревянных и стальных свай дополнительно оттаивать грунт паровыми иглами. Деревянные и стальные сваи с небольшим поперечным сечением рационально погружать с одновременным оттаиванием вечномерзлого грунта.

4.I8. Для погружения сваи используются стреловые или башенные краны. Свая в оттаянный грунт резко опускается с высоты 2÷3 м. Наиболее эффективно погружение свай в оттаянные песчаные грунты с помощью вибропогружателей.

Если по какой-либо причине свая опускается ниже проектной отметки (например, в оттаянных ниже проектной глубины глинах или илах железобетонная свая тонет), в скважину подсыпают щебень, сваю временно до вмерзания поддерживают краном или закрепляют в проектном положении.

4.I9. При погружении опускных свай в осенний период при необходимости должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие выпучивания свай в процессе промерзания сезонноттаивающего слоя грунта.

4.20. Погружать сваи в предварительно оттаянный грунт зимой и весной следует не позже, чем через сутки после окончания оттаивания; летом и осенью- не позже чем через двое суток. При этом железобетонные сваи не допускаются погружать ранее чем через I2 ч (летом) и 20 ч (зимой) после окончания оттаивания скважин.

4.2I. Погружение свай в оттаянные скважины допускается также применять на площадках с температурой грунта от -I,0 до -I,5° при условии, что диаметр протаянной зоны назначается уменьшенным (равным диагонали поперечного сечения сваи), а сваи погружаются сваебойными машинами. Кроме того должны проводиться специальные наблюдения с целью определения сроков вмерзания свай. Наилучшей машиной для погружения опускных свай в оттаянные скважины уменьшенного диаметра является вибропогружатель. В оттаянных песках вибропогружатель является приемлемым, в глинистых грунтах допустимо также применение сваебойных машин виброударного и ударного действия (вибромолоты, дизельные и механические молоты и др.).

5. БУРОЗАБИВНОЙ СПОСОБ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ

5.I. Бурозабивной способ погружения свай в вечномерзлые грунты (бурозабивные сваи) заключается в том, что сваи забиваются в предварительно пробуренные скважины-лидеры, диаметр которых на I-2 см меньше диаметра сваи. Способ рекомендуется применять в пластичномерзлых грунтах, кроме случаев, когда в грунте содержатся крупнообломочные включения.

Буробсадные (разновидность бурозабивных) полые круглые сваи и сваи-оболочки с ножевым кольцом, погружаемые путем разбуривания забоя через полость сваи с периодическим обсаживанием их забивкой, следует применять при наличии вскрываемых грунтовых вод и при перемещающихся слоях мерзлых и талых грунтов. Полость погруженных буробсадных свай должна заполняться грунтом или бетоном марки М100, а при железобетонных сваях в пределах размещения свай в слое сезонного промерзания-оттаивания грунта -бетоном марки не ниже М300.

Примечания. I. Возможность применения бурозабивных и буробсадных свай устанавливается по материалам инженерно-геокриологических изысканий (включая данные полевых испытаний свай). 2. Допускается забивка свай в пластичномерзлый грунт без предварительного бурения скважины (забивные сваи), что определяется данными полевых испытаний свай.

Расстояние между осями бурозабивных свай должно приниматься не менее $3d$, где d - размер наибольшей стороны поперечного сечения сваи.

5.2. Достоинства бурозабивного способа погружения свай: незначительный обогрев вечномерзлых грунтов оснований и быстрое вмерзание свай; точность погружения свай в плане, которое обеспечивается точностью расположения скважин; уменьшение объема буровых работ в 2-2,5

раза по сравнению с буроопускным способом (при квадратном поперечном сечении свай); не требуется применения грунтовых растворов для заполнения скважин, т.е. отсутствуют мокрые процессы; увеличение несущей способности свай по сравнению с буроопускными сваями при заполнении пазух глинистым раствором.

Недостатки способа: применимость только в пластичномерзлых грунтах; сложность погружения свай до проектных глубин; частые поломки свай при попытках забить их до проектных отметок; повышенные требования к точности размеров и качеству подготовки скважин; ограниченные условия применения и усложнение производства работ.

5.3. Если возможность погружения бурозабивных свай подтверждается пробными сваями, применение их допускается при мерзлотно-грунтовых условиях более сложных, чем приведенные в п.5.I. В этих случаях бурозабивные сваи допускается применять в пластичномерзлых грунтах с содержанием крупнообломочных включений до I0% и с температурой грунта не ниже - 0,3°С для пылеватых песков, - 0,8°С для супесей, - I°С для суглинков и -I÷2°С - для глин. При большем количестве крупнообломочных включений (до 20%) погружение бурозабивных свай возможно, если температура грунтов на 0,3-0,5°С выше указанных.

5.4. В районах с пластичномерзлыми грунтами бурозабивные сваи можно применять в течение всего года. Если бурозабивные сваи погружаются в зимнее и весеннее время, верхняя часть скважины проходит в твердомерзлых грунтах и поэтому в пределах I,5-3 м от поверхности должна иметь диаметр, превышающий диагональ поперечного сечения свай.

5.5. Скважина перед погружением бурозабивной сваи должна быть тщательно очищена от попавших в нее воды, грязи, льда и снега. Образование под торцом сваи гидравлической или грунтовой пробки препятствует погружению сваи до проектной глубины. Оставшийся же под торцом сваи талый грунт или вода, замерзая, могут выпучить сваю.

5.6. Частным случаем бурозабивного является забивной способ погружения свай, при котором сваи погружают непосредственно в мерзлые грунты без какой-либо их подготовки (так же, как и в талые) с помощью обычного сваебойного оборудования. Забивной способ погружения свай применим в пластичномерзлых глинистых грунтах без крупнообломочных включений с отрицательными температурами не ниже: для супесей - 0,2°С, для глин -0,7°С.

Забивной способ погружения свай наиболее приемлем в вечномерзлых грунтах несливающегося типа, находящихся в пластичномерзлом состоя-

ники и содержащих до 10% крупнообломочных включений.

Если в грунте имеются ледяные прослойки толщиной более 5 см или песчаные прослойки толщиной более 10 см, а также крупнообломочные включения, возможность применения забивных свай определяют пробной забивкой.

Забивной способ погружения свай можно применять с июня по ноябрь без каких-либо дополнительных работ. В остальные месяцы сезонномерзлый слой грунта находится в твердомерзлом состоянии, в нем перед забивкой свай необходимо проходить шурф, разбуривать или оттаивать скважины.

Достоинствами забивного способа погружения свай является его простота, сравнительно быстрое вмерзание свай и отсутствие мокрых процессов, недостатками - весьма ограниченные условия применения, высокий процент поврежденных или разрушенных свай, трудность, а часто и невозможность погружения сваи до проектной отметки, повышенный износ сваебойного оборудования.

5.7. Погружение бурозабивных свай в вечномерзлые грунты производится с учетом основных правил и требований по погружению свай в немерзлые грунты.

Тип сваебойной машины для погружения свай выбирается с учетом технико-экономических показателей в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий строительной площадки, размеров и массы свай и намеченного способа погружения.

Во всех случаях, когда имеется возможность, рекомендуется применять более мощные сваебойные машины, масса ударной части которых превышает массу сваи с наголовником.

При выборе машин для забивки свай при равной энергии удара во всех случаях следует отдавать предпочтение молоту с большей массой ударной части и меньшей скоростью ее в момент удара.

5.8. При бурозабивном способе погружения превышение диаметра скважины над размером стороны квадратной сваи допускается на 2-3 см только в виде исключения при погружении свай вибропогружателями.

Стенки скважины во всех случаях должны быть ровными. Вследствие этого из механических способов бурения для бурозабивного способа погружения свай рекомендуется только вращательные, из комбинированных-паровибролидерное.

При этом коэффициент забуривания, равный отношению площади поперечного сечения скважины к площади поперечного сечения сваи, во всех случаях должен быть меньше единицы.

5.9. При бурозабивном и забивном способах погружения свай искусственное понижение температуры вечномерзлых грунтов основания допускается проводить только после погружения свай.

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ПРИЕМКА РАБОТ

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

6.2. В процессе выполнения работ по бурению скважин под сваи производителем работ должен вестись журнал, в котором фиксируется номер скважины, месяц, число и время ее бурения, диаметр рабочего инструмента (в случае обсадки скважины также диаметр обсадной трубы и глубины ее погружения), отметки устья и дна скважины (проектная и фактическая), наличие или отсутствие в ней воды, а также краткая характеристика проходимых грунтов, определяемая по удаляемому из скважины буровому шламу, обломкам грунта и т.п. Записи в журнале должны вестись производителем работ, а контролироваться и подписываться также представителями авторского надзора, заказчика и строительной лаборатории. Журнал прилагается к акту на скрытые работы.

6.3. При бурении скважин под сваи-стойки производится дополнительный контроль скважин, заключающийся в том, что с глубины, соответствующей проектной глубине залегания практически несжимаемых при оттаивании грунтов, отбираются образцы грунта, которые маркируются и сохраняются до оформления акта приемки скважин. В журнал также должны заноситься сведения об изменениях скорости бурения, крупности и состава выносимых продуктов разрушения, удаляемых со дна скважины и т п.

В случае несоответствия полученных результатов проектным данным изменяется проектная глубина скважины, а при необходимости и способы заделки нижнего конца сваи в практически несжимаемый при оттаивании грунт (по согласованию с проектной организацией).

По окончании бурения должна быть проконтролирована глубина скважины и качество зачистки ее дна путем опускания на забой специально размеченной штанги, щупа или бурового снаряда или другими способами, гарантирующими надежный контроль. Этот вид контроля должен периодически проводиться представителем авторского надзора, заказчика и строительной лаборатории. Материалы контроля необходимо

прилагать к акту на скрытые работы.

6.4. Глубина скважины при буроопускном способе погружения свай должна быть равна проектной глубине погружения сваи. Отклонения фактической глубины скважины по сравнению с проектной глубиной в сторону уменьшения допускается 5 см при монолитном ростверке и 3 см при сборном ростверке. Отклонение в сторону увеличения глубины скважины допускается не более 20 см.

Примечание. Глубина скважин под сваи-стойки корректируется в соответствии с глубиной залегания практически несжимаемых грунтов. Пробуренные скважины должны быть ограждены или закрыты.

6.5. Скважины перед погружением в них свай должны быть очищены от воды, шлама, льда или снега. Толщина слоя жидкого шлама или воды на дне скважины при погружении свай не должна превышать 15 см. Наличие на дне скважины замерзшего или сухого шлама, льда или вывалов грунта не допускается (кроме особых случаев, учитываемых при расчете несущей способности сваи).

6.6. Сваи перед погружением должны очищаться от льда, снега, комьев мерзлого грунта, жировых пятен.

Сваи должны быть погружены в сроки, исключающие оплывание стенок, как правило, не позднее, чем через 4 ч после зачистки и приемки скважины. При большем вынужденном перерыве между окончанием бурения и погружением свай должны быть приняты меры по ограждению скважин от попадания в них атмосферных осадков, поверхностных и грунтовых вод, выбуренного грунта и случайных предметов. В этом случае при погружении сваи скважина должна быть вторично проконтролирована и при необходимости дополнительно зачищена (или разбурена) до проектной отметки дна скважины.

6.7. Заливка в скважину грунтового раствора осуществляется, как правило, непосредственно перед погружением сваи. После погружения сваи проверяется соответствие отметки нижнего конца сваи проектной отметке, а также правильность расположения сваи в плане и по вертикали.

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

Примечание. Контроль за заполнением раствором пазух между стенками скважины и сваей может осуществляться визуально – если залитый предварительно раствор при погружении сваи отжимается на поверхность, значит все пазухи заполнены раствором.

6.8. Погруженные сваи принимаются по акту комиссией. В акте должны быть указаны данные о сваях (марка, морозостойкость и марка бетона, завод-изготовитель, № сваи, № партии, № паспорта, размеры сваи по проекту и фактические), месяц, число, время погружения сваи, глубина погружения (проектная и фактическая), характеристики раствора (температура, осадка конуса во время заливки в скважину), установка температурных трубок (длина, диаметр, количество, отметка верха). К акту прилагается исполнительная геодезическая съемка свай и температурных трубок.

6.9. Разрешение на загрузку свайных фундаментов из висячих свай дается на основании оценки несущей способности свай при температурном режиме вечномерзлых грунтов оснований на день приемки (с учетом прогноза сезонных изменений температуры грунта по длине сваи). Полная расчетная загрузка свайных фундаментов разрешается только после достижения расчетного температурного режима грунтов оснований.

6.10. При производстве работ по погружению свай в вечномерзлые грунты рекомендуется пользоваться указаниями главы СНиП III-4-80 "Правила производства и приемки работ. Техника безопасности в строительстве". Строительной организацией разрабатываются правила безопасного ведения работ, исходя из принятого способа погружения свай и проходки скважин, имеющегося оборудования и других местных особенностей и осуществляется контроль за их соблюдением в процессе производства работ. Кроме того, необходимо руководствоваться также действующими инструкциями по безопасному ведению работ для обычных условий и в условиях Крайнего Севера.

В целях безопасности ведения работ участок с подготовленными для свай скважинами должен ограждаться.

Приемку работ по погружению свай следует производить в соответствии с действующими нормативными документами и правилами.

По результатам приемки свайных фундаментов составляется акт приемки свайного фундамента и акт освидетельствования мерзлотно-грунтовых условий у свай в период устройства фундаментов с характеристиками температурного режима грунтов у свай.

ЛИТЕРАТУРА

Вялов С.С. Реологические свойства и несущая способность мерзлых грунтов. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Вялов С.С., Таргулян Ю.О. Проходка скважин и погружение свай в вечномерзлые грунты. - Основания, фундаменты и механика грунтов, 1968, № 2.

Гапеев С.И. Укрепление мерзлых оснований охлаждением. Л.,Стройиздат, 1969 г.

Гончаров Ю.М., Таргулян Ю.О., Вартанов С.Х. Производство свайных работ на вечномерзлых грунтах. Л., Стройиздат, 1981.

Докучаев В.В., Маркин К.Ф. Свайные фундаменты на вечномерзлых грунтах. Л., Стройиздат, 1972.

Ерошенко В.Н. Свайные фундаменты в пластичномерзлых грунтах. Л., Стройиздат, 1972 г.

Конаш В.Е. Свайные фундаменты в условиях островного распространения вечномерзлых грунтов. Л., Стройиздат, 1977.

Максимов Г.Н. Руководство по устройству свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах с предварительным охлаждением оснований. М., Стройиздат, 1979.

Полуэктов В.Е. Устройство фундаментов в вечномерзлых грунтах. Л., Стройиздат, 1982.

Порхаев Г.В., Таргулян Ю.О. Повышение эффективности устройства свайных фундаментов в мерзлых грунтах. М., Стройиздат, 1972.

Порхаев Г.В., Хрусталев Л.Н., Александров Ю.А. Рекомендации по проектированию и устройству охлаждающих установок при строительстве в суровых климатических условиях. М., НИИОСП, 1977.

Руководство по производству и приемке работ при устройстве оснований и фундаментов. М., НИИОСП, 1977.

СНиП II-18-76. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1977

СНиП 3.02.01-83. Основания и фундаменты. Правила производства работ. М., Стройиздат, 1983.

Приложение I

ЖУРНАЛ

работ по бурению скважин и погружению свай

Строительная организация _____

Объект _____

Буровой станок _____

Тип и размер долота _____

Кран для погружения сваи _____

Тип и размер сваи _____ ГОСТ (ТУ) _____

Характеристика и температура мерзлого грунта _____

№№ пп	Дата бурения	№№ скважины по плану	Бурение скважин		Глубина скважин		Глубина погружения свай от поверхности планировки, м		Заливка скважин раствором			Примечание	Подпись мастера
			Начало	Окончание	проектная	фактическая	проектная	фактическая	Характеристика раствора и его температура	Начало заливки	Окончание заливки		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4

Приложение 2

Наименование строительной организации _____

ЖУРНАЛ
физико-механических свойств грунтового раствора для заливки скважин

Объект строительства	Дата	Фракции, мм		Объемный вес, г/см³	Весовая влажность, %	Пластичность (осадка конуса)	Температура раствора	Подпись
		0,I в % по массе	0,0I в % по массе					
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Приложение 3

Наименование строительной организации _____

Объект _____

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ
погруженных свай

№ пп	№ свай		Тип свай (ГОСТ ТУ)	Длина свай, м	Поперечное сечение свай, м	Дата установки	Глубина погружения, м		Абсолютные отметки		Отклонения от проектного положения по высоте, см	Отклонения свай в плане, см		Примечания оборудование, способ установки свай, характеристика грунтов и т.д)
	По плану	По заводскому паспорту					проектная	фактическая	Дневной поверхности	Голов сваи		вдоль оси	поперек оси	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5

Приложение 4

АКТ ПРИЕМКИ СВАЙНОГО ПОЛЯ

Гор._____ "____" _____ 19___ г.

Мы, нижеподписавшиеся:
представитель авторского надзора проектной организации_____
_____
Представитель технадзора заказчика_____
Начальник строительного участка № _____
Представитель специализированного треста № _____
Представитель мерзлотной лаборатории (инспекции)_____
Начальник строительной лаборатории_____
Производитель работ_____
Произвели осмотр свайного основания_____
_____ по осям _____

У С Т А Н О В И Л И :

I. Предъявлены следующие документы:

1. Рабочие чертежи №_____
2. Акт геодезической разбивки свайного поля_____
3. Исполнительный план свайного поля с указанием отклонений свай в плане
4. Сводная ведомость установленных свай
5. Журнал работ по бурению скважин и погружению свай
6. Заводские паспорта на железобетонные сваи №№_____
7. Материалы температурных наблюдений, характеризующие температурный режим грунтов по глубине свай
8. Другие документы

Приложение 5

ЖУРНАЛ РАБОТ

по погружению опускных свай

Наименование строительной организации _____

Объект _____

Тип котла, поверхность нагрева, м², производительность, кг пара в час _____

Давление пара, ат _____

Кран для погружения свай _____

Тип и размеры свай _____

Дата	№ свай по плану	Давление пара на распределительной гребенке, ат	Число одновременно применяемых паровых игл	Тип паровой иглы	Время выдержки паровой иглы на одной отметке	Время оттаивания грунта, ч		Дата установки свай	Отметка верха установленной сваи		Средний диаметр оттаянной зоны, см	Примечания	Подпись мастера
						начало	окончание		проектная	фактическая			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения . . . . . .
2. Подготовка скважин для погружения свай в вечномерзлые грунты . . . . . .
3. Буроопускной способ погружения свай . . . . . .
4. Опускной способ погружения свай. . . . . .
5. Бурозабивной способ погружения свай . . . . . .
6. Контроль качества и приемка работ. . . . . .
Литература. . . . . .
Приложения. . . . . .

НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова

Рекомендации по устройству свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах

Отдел патентных исследований и научно-технической информации

Зав.отделом Б.И.Кулачкин
Редактор Т.А.Печенова

Л- 53539 Подп. в печать 22/XI-1985 Заказ № 1584
Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная. Усл.-печ.л.2,52
Тираж 300 экз. Цена 35 коп. Усл.кр.-отт. 2,65.

Производственные экспериментальные мастерские ВНИИИСа Госстроя СССР
121471, Москва, Можайское шоссе, 25

gost.e-ecolog.ru