

УДК 621.878.2

В. В. ТАРАН, Л. С. ЩУКИНА, Д. Д. ПАРАХИН

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. Статья направлена на рассмотрение актуальных проблем, связанных с устройством свайных фундаментов в вечномерзлых грунтах. В таких условиях невозможно устройство фундаментов мелкого заложения. Это связано с показателями сил морозного пучения, которые, в свою очередь, обусловлены глубиной сезонного промерзания грунта. Использование свайного фундамента является оптимальным решением для вечномерзлых грунтов. В статье представлены два самых распространенных способа погружения свай, которые широко применяются при строительстве в условиях крайнего Севера. Приведены преимущества и недостатки обоих способов. Приведено обоснование применения одного из способов погружения свай на примере возведения объекта.

Ключевые слова: свайный фундамент, вечномерзлый грунт, буроопускной, бурозабивной.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Север и северо-восток России – это на 60 % почвы, которые находятся в состоянии вечной мерзлоты. Погружение свай в вечномерзлые грунты связано с прогревом околосвайного грунта, вследствие чего, возникает необходимость восстановления расчетных отрицательных температур околосвайных грунтов. Возведение фундамента нередко длится месяцами. Соответственно, от принятого решения по применению того или иного способа погружения свай зависит общая продолжительность строительства здания или сооружения. Преждевременное же возведение конструкций объекта и передача нагрузки на сваи могут привести к его неравномерным деформациям и даже разрушению. В связи с этим выбор способа возведения фундаментов на вечномерзлых грунтах является актуальным.

ЦЕЛИ

Целью данной статьи является сравнение и анализ эффективности применения одного из способов погружения свай в вечномерзлое основание, определение преимуществ и недостатков на примере существующего объекта.

В условиях крайнего Севера применяют виды и конструкции свай в соответствии с [1], в том числе буронабивные, сваи-оболочки, а также составные (комбинированные) сваи из разных материалов. При их устройстве нет необходимости в трудоемких и затратных по времени работах по подготовке траншей и котлована. Свайные фундаменты обеспечивают возможность максимальной механизации работ. Сооружение фундамента этого типа можно проводить в течение всего года. Фундаменты из свай не проседают, не перекашиваются при глубоком оттаивании почв.

Организация и технология устройства свайных фундаментов зависит от многих факторов. Но, так или иначе, при погружении свай в вечномерзлые грунты 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. Вечномерзлые грунты в естественном состоянии часто даже на одной строительной площадке неоднородны по составу и имеют различную температуру по глубине и в плане. Поэтому при строительстве на вечномерзлых грунтах, в пределах застраиваемой территории, предусматривают один принцип использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований:

© В. В. Таран, Л. С. Щукина, Д. Д. Парахин, 2017

- принцип I – грунты используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения (этот принцип регламентируется [2]);
- принцип II – вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения, для расчетов используется [1]).

По условиям применимости и способам погружения в вечномерзлый грунт сваи подразделяются на:

- буроопускные;
- опускные;
- бурозабивные;
- бурообсадные.

В данной статье для сравнения рассматриваются два основных способа погружения свай: буроопускной и бурозабивной.

Буроопускной способ погружения свай

Сваи погружают в предварительно пробуренные скважины, диаметр которых не менее чем на 15 см превышает наибольшие размеры поперечного сечения сваи, с заполнением свободного пространства грунтовым, цементно-песчаным или другим раствором.

При использовании вечномерзлых грунтов по принципу I подсыпку следует выполнять, как правило, в зимний период после промерзания сезонно оттаявшего слоя грунта (не менее чем на 0,2 м). На участках с сильно льдистыми грунтами и подземными льдами следует устраивать сплошные по площади теплоизолирующие подсыпки.

Буроопускные сваи следует применять в твердомерзлых и пластичномерзлых грунтах, в том числе содержащих крупнообломочные включения, при средней температуре вечномерзлых грунтов по длине сваи $-0,5$ °C и ниже. При средней температуре грунтов выше $-0,5$ °C для погружения буроопускных свай требуется искусственное охлаждение грунтов. Нижний торец буроопускных свай обычно устраивается плоским (без острия). Погружать сваи рекомендуется непосредственно после бурения скважины. 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.

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».

Бурозабивной способ погружения свай

Бурозабивной способ погружения свай (рис.) в вечномерзлые грунты (бурозабивные сваи) заключается в том, что сваи забиваются в предварительно пробуренные скважины-лидеры, диаметр которых на 1–2 см меньше диаметра сваи. Способ рекомендуется применять в пластичномерзлых грунтах, кроме случаев, когда в грунте содержатся крупнообломочные включения.

Если возможность погружения бурозабивных свай подтверждается пробными сваями, применение их допускается при мерзлотно-грунтовых условиях. В этих случаях буро-забивные сваи допускается применять в пластичномерзлых грунтах с содержанием крупнообломочных включений до 10 % и с температурой грунта не ниже $-0,3$ °C для пылеватых песков, $-0,8$ °C для супесей, -1 °C для суглинков и $-1\div-2$ °C – для глин. При большем количестве крупнообломочных включений (до 20 %) погружение бурозабивных свай возможно, если температура грунтов на $0,3-0,5$ °C выше указанных.

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 1,5–3,0 м от поверхности должна иметь диаметр, превышающий диагональ поперечного сечения свай.

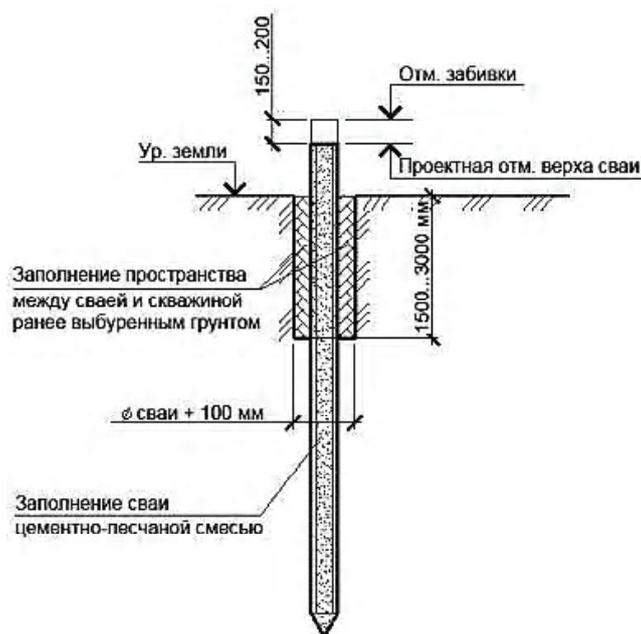


Рисунок – Схема погружения свай бурозабивным способом.

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.

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 2,0–2,5 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: применение 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.

Для более наглядного рассмотрения этих двух способов мы обратимся к экономической составляющей процесса производства работ на примере реально существующего объекта. Объект, в физико-географическом отношении, расположен в северной части Западной Сибири, в лесотундровой равнинной зональной области, в 50 км южнее Полярного круга. Территория зоны сплошной и прерывистой мерзлоты, в очень сильной степени заболочена и заозерена. Местность с тундровой растительностью, небольшими участками с угнетенным лесом, болотами и озерами. По сложности инженерно-геологических условий территория относится к III категории, с плохой проходимостью.

Разрез, на глубину пробуренных скважин по площадкам и трассам, представлен преимущественно глинистыми грунтами. На поверхности всех геоморфологических элементов вскрыты современные болотные отложения различной мощности. В связи с освоением территории строительством площадок промысловых скважин и коммуникаций широко распространены насыпные грунты, современные техногенные образования.

Геологическое строение характеризуется значительной неоднородностью по площади и по глубине, частыми фаціальными замещениями грунтов, слагающих разрез. Минералогический состав грунтов характеризуется сходством поверхностных и подстилающих отложений, что обусловлено выположенностью рельефа, малыми уклонами и отсутствием дальности транспортировки. Грунтовая толща, при использовании свайных фундаментов, по однородности грунтов, по условиям залегания и свойствам

относится к третьей категории – многослойная по составу, неоднородная по свойствам, с невыдержанными границами и выклиниванием слоев (приложение Б [1]).

На данном объекте последовательно возводились две идентичные площадки, для которых необходимо было запроектировать эстакады. Различие заключалось в месторасположении и инженерно-геологических условиях грунта. Под опоры каждой из эстакад погружалось по 315 свай. На первой площадке было принято решение использовать бурозабивной способ. Для второй площадки было принято решение о замене способа на буроопускной. При том же количестве свай изменение способа привело к снижению стоимости на 19,22 %. Однако следует добавить, что буроопускной способ включает в себя «мокрые процессы», которые не учитываются при составлении сметы и являются достаточно трудоемкими.

ВЫВОДЫ

Сравнение преимуществ и недостатков каждого из рассматриваемых способов показало эффективность их применения для вечномерзлых грунтов. Принятие буроопускного способа взамен бурозабивного обусловлено низкими значениями температур в толще грунта. На глубине 11 м зафиксирована температура грунта $-1,3^{\circ}$. Также наличие в основании пластичномёрзлой супеси в сезон оттаивания грунтов может помешать забивке свай. В связи с этим было принято решение о замене способа погружения.

Для рационального выбора способа погружения свай необходимо учитывать состав грунта, наличие грунтовых вод и их агрессивность, температуру грунта, влажность и льдистость. И затем, проанализировав все факторы, принимать решения, какому способу погружения отдать предпочтение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Введ. 2011-05-20. – М. : Минрегион России, 2011. – 86 с.
2. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. – Введ. 2013-01-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 118 с.
3. Вялов, С. С. Проходка скважин и погружение свай в вечномерзлые грунты [Текст] / С. С. Вялов, Ю. О. Таргулян // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1968. – № 2. – С. 1–31.
4. Гончаров, Ю. М. Производство свайных работ на вечномерзлых грунтах [Текст] / Ю. М. Гончаров, Ю. О. Таргулян, С. Х. Варганов ; под ред. Ю. О. Таргуляна. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Ленинград : Стройиздат, Ленинградское отд-ние, 1981. – 160 с. – (Повышение мастерства рабочих строительства и промышленности строительных материалов).
5. Ерошенко, В. Н. Свайные фундаменты в пластичномёрзлых грунтах [Текст] / В. Н. Ерошенко. – М. : Стройиздат, 1972. – 175 с.
6. Полуэктов, В. Е. Устройство фундаментов в вечномерзлых грунтах [Текст] / В. Е. Полуэктов. – Л. : Стройиздат, 1982. – 111 с.
7. Порхаев, Г. В. Повышение эффективности устройства свайных фундаментов в мерзлых грунтах [Текст] / Г. В. Порхаев, Ю. О. Таргулян ; Госстрой СССР. Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву. Бюро внедрения. – Москва : Стройиздат, 1972. – 63 с.

Получено 08.20.2017

В. В. ТАРАН, Л. С. ЩУКІНА, Д. Д. ПАРАХІН ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ В СКЛАДНИХ УМОВАХ

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття спрямована на розгляд актуальних проблем, пов'язаних з улаштуванням пальових фундаментів у вічномерзлих грунтах. У таких умовах неможливе влаштування фундаментів мілкового закладення. Це пов'язано з показниками сил морозного здимання, які, в свою чергу, обумовлені глибиною сезонного промерзання ґрунту. Використання пальового фундаменту є оптимальним рішенням для вічномерзлих ґрунтів. У статті представлені два найпоширеніші способи занурення паль, які широко застосовуються при будівництві в умовах крайньої Півночі. Наведено переваги і недоліки обох способів. Наведено обґрунтування застосування одного із способів занурення паль на прикладі зведення об'єкта.

Ключові слова: пальовий фундамент, вічномерзлий ґрунт, буроопускний, буро забивний.

VALENTINA TARAN, LILIA SHCHUKINA, DMITRII PARAKHIN
SELECTION AND JUSTIFICATION OF THE WAY OF PILING IN DIFFICULT
CONDITIONS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is aimed at consideration of actual problems related to the installation of pile foundations in permafrost soils. In such conditions, it is impossible to build a foundation of small foundations. This is due to the indicators of frost heave forces, which, in turn, are due to the depth of seasonal freezing of the soil. The use of pile foundation is the optimal solution for permafrost soils. The article presents the two most common methods of piling, which are widely used in construction in the extreme North. Advantages and disadvantages of both methods are given. The substantiation of application of one of methods of immersing of piles on an example of erection of object is resulted.

Key words: pile foundation, permafrost, drilling, boring.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий, путем снижения энергоёмкости, материалоемкости, трудоёмкости и стоимости строительной продукции.

Щукина Лилия Сергеевна – магистр кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности устройства свайных фундаментов в сложных условиях.

Парахин Дмитрий Дмитриевич – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности устройства свайных фундаментов в сложных условиях

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель, шляхом зменшення енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

Щукіна Лілія Сергіївна – магістр кафедри технологій і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності улаштування пальових фундаментів в складних умовах.

Парахин Дмитро Дмитрович – магістрант кафедри технологій і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності улаштування пальових фундаментів в складних умовах

Taran Valentina – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

Shchukina Lilia – master, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of pile foundations in frozen soils.

Parakhin Dmitrii – master student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of pile foundations in frozen soils.