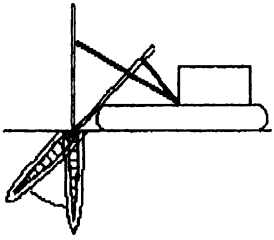
ГОССТРОЙ РОССИИ
Научно-исследовательский центр
"СТРОИТЕЛЬСТВО"
Государственное унитарное предприятие
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
им. Н.М.ГЕРСЕВАНОВА
(ГУП НИИОСП им. Н.М.ГЕРСЕВАНОВА)

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ НАБИВНЫХ СВАЙ В РАСКАТАННЫХ СКВАЖИНАХ



Москва
2000г.

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ РОССИИ
Научно-исследовательский центр
"СТРОИТЕЛЬСТВО"
Государственное унитарное предприятие
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
им. Н.М.ГЕРСЕВАНОВА
(ГУП НИИОСП им. Н.М.ГЕРСЕВАНОВА)

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ НАБИВНЫХ СВАЙ В РАСКАТАННЫХ СКВАЖИНАХ

Москва
2000г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации по проектированию и устройству набивных свай в раскатанных скважинах

1. РАЗРАБОТАНЫ:

Государственным унитарным предприятием «Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова» Государственного предприятия «Научно-исследовательский центр «Строительство» (ГУП НИИОСП им. Н.М. Герсеванова) Госстроя России - головная организация (руководитель работы кандидат техн. наук Багдасаров Ю.А., доктор техн. наук Бахолдин Б.В., кандидаты техн. наук Мариупольский Л.Г., Морозов А.А., Рабинович И.Г.).

Центральным научно-исследовательским институтом организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) Госстроя России (кандидаты техн. наук Жадановский Б.В., Ковалёв А.С.).

Обществом с ограниченной ответственностью "Основание" (г. Липецк),(кандидат техн. наук Саурин А.Н., инженеры Кравченко В.В., Немцева Е.Г., Таранцева Е.А.).

2. РАССМОТРЕНЫ и ОДОБРЕНЫ секцией научно-технического совета ГУП НИИОСП им. Н.М. Герсеванова.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

1. Общие положения 5

2. Особенности проведения инженерно-геологических изысканий для проектирования и устройства НРС 9

3. Классификация конструктивных решений устройства НРС 11

4. Проектирование оснований фундаментов из НРС 13

5. Устройство НРС в различных инженерно-геологических условиях 19

6. Производство работ 29

Список использованных источников 33

Приложения:

1. Пример определения несущей способности НРС по данным комплексного статического зондирования 34

2. Журнал производства работ по устройству НРС 38

3. Технико-экономические показатели раскатки вертикальных скважин РС 250 установкой на базе ПБУ-1 (УГБ-50М) 39

ВВЕДЕНИЕ

Рекомендации разработаны в дополнение и развитие глав СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений» [1], СНиП 3.02.01-85 «Свайные фундаменты» [3], Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) [4], Пособия по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83) [5].

В рекомендациях отражены основные вопросы проектирования и устройства набивных свай в раскатанных скважинах в различных инженерно-геологических условиях.

Набивные сваи в раскатанных скважинах (НРС) удачно сочетают в себе преимущества забивных и буронабивных свай. При раскатке скважин грунт не выбуривается на поверхность, а вкатывается в окружающий скважину массив, формируя уплотнённую зону. За счёт формирования уплотнённой зоны и вовлечения в работу грунта околосвайного пространства несущая способность НРС превышает несущую способность буронабивной сваи аналогичного сечения и длины в 3 -5 раз и практически соответствует несущей способности забивной висячей сваи, равной длины и сечения.

Высокая несущая способность НРС, относительно малые удельные энергетические затраты, отсутствие вибрационного воздействия на близрасположенные здания и сооружения, многообразие конструктивных решений и технологичность открывают широкие возможности их применения в новом строительстве, а также при усилении и реконструкции оснований и фундаментов жилых, общественных и промышленных зданий.

Рекомендации разработаны на основе результатов натурных испытаний и накопленного опыта применения НРС в различных инженерно-геологических условиях, подробные исследования которых выполнялись с помощью зондировочно-каротажного комплекса «ПИКА-15» и по методике, разработанной НИИОСП им. Н.М. Герсеванова.

Так как НРС являются сравнительно новым методом подготовки и устройства искусственных оснований, при их проектировании и устройстве (с использованием настоящих рекомендаций) для консультационной, технической и технологической помощи необходимо привлекать одну из организаций: НИИОСП им. Н.М. Герсеванова (г. Москва, Ю.А. Багдасаров, т.170 27 49), ЦНИИОМТП (г. Москва, Б.В. Жадановский, т.976 05 87), ООО «Основание» (г.Липецк, А.Н. Саурин, т. 48 58 72).

1.ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. НРС являются видом свай, которые сочетают в себе преимущества буронабивных и забивных висячих свай, обладают малой энергоёмкостью и материалоёмкостью на единицу несущей способности сваи, характеризуются отсутствием вибрационного воздействия на близрасположенные здания и сооружения и разнообразием конструктивных решений при устройстве в различных инженерно-геологических и построечных условиях.

1.2. Рекомендации распространяются на проектирование и устройство бетонных, железобетонных, грунтовых и комбинированных НРС диаметром от 150 до 300 мм длиной ≤ 6 м в следующих видах грунтов:

- просадочные, лёссовые грунты I типа по просадочности при плотности сухого грунта в естественном состоянии $\rho_d \leq 1.6$ т/м^3;
- глинистые грунты с показателем консистенции $0 < I_L \leq 1$ с $\rho_d \leq 1.65$ т/м^3;
- песчаные грунты средней крупности, мелкие и пылеватые с $\rho_d \leq 1.65$ т/м^3;
- насыпные грунты с $\rho_d \leq 1.65$ т/м^3 при наличии крупных включений диаметром до 1/3 диаметра раскатываемой скважины не более 5% по массе.

Примечание: Возможность раскатки скважин диаметром более 300 мм и длиной более 6 м, а также в других видах грунтов должна быть подтверждена опытными работами, включающими подробные инженерно-геологические исследования площадки, подбор при необходимости диаметра и глубины лидерной буровой скважины, отработку технологического режима раскатки скважины, бетонирования или заполнения скважины другими материалами и охлаждения раскатчика скважины, определение несущей способности НРС статическими испытаниями [6].

1.3. Раскатка скважин - непрерывный процесс образования цилиндрическо-конической полости в грунте путем его вытеснения в сторону и уплотнения, который осуществляется специальным навесным спиралевидным снарядом - раскатчиком скважин (РС).

РС представляет собой ряд установленных друг за другом на общем валу катков (цилиндров и усеченных конусов) и острия. Оси вращения катков смещены относительно оси вала, в результате чего образуется спиралевидная поверхность. Катки посажены на вал с помощью подшипников, которые защищены от попадания в них частиц грунта специальными прокладками и уплотнительными кольцами. При передаче валу вращения и продольного усилия катки начинают постепенно обкатывать грунт по своим забоям и формировать скважину.

Конструкции РС могут быть упрощенными, сплошными (литыми, витыми из стальной полосы и др.). Общей конструктивной особенностью упрощенных РС является спиральная образующая поверхность.

Конструкция острия РС может быть в виде конуса, сверла и т.п.

На рис.1 показаны различные по конструктивным схемам раскатчики.

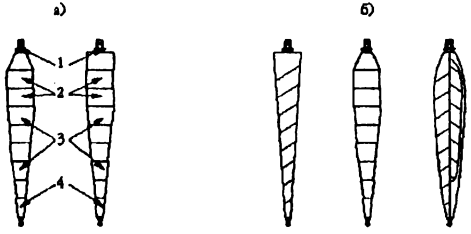


Рис. 1. Типовые конструктивные схемы РС

а) с подвижными катками; б) упрощенные (сплошные);

1 - хвостовик; 2 - формирующие катки; 3 - раскатывающие катки; 4 - острие

1.4. В связи с тем, что при раскатке скважин раскатывающие катки и, особенно, остриё нагреваются до 500°С и более, материал раскатчика должен обладать высокой степенью сопротивления истиранию и нагреву.

Для уменьшения трения катков о грунт и снижения степени нагрева острия при раскатке скважин применяется вода. Расход воды определяется опытным путем непосредственно на строительной площадке в зависимости от вида и состояния раскатываемого грунта и составляет 1.5 - 2 л на 1 пог. м. раскатанной скважины.

1.5. Длина РС, как правило, должна соответствовать длине стандартных (типовых) буровых штанг и составляет 1.8 - 2 м.

Диаметр РС определяется по диаметру формирующего катка. Например, РС-250 - раскатчик скважины диаметром 250 мм.

1.6. В качестве базовых машин для навески РС применяются (рис.2):

- серийно выпускаемые буровые установки (типа ПБУ, СБУ и др.);
- ямобуры, переоборудованные под раскатку скважин;
- специальные установки для раскатки скважин в стеснённых условиях, в том числе в подвалах.

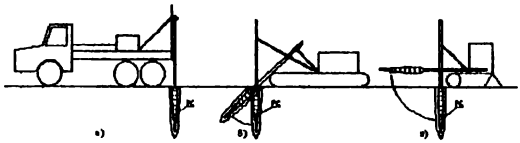


Рис. 2. Установки, применяемые для устройства НРС

а) ПБУ-1; б) СБУ-100ГА; в) специальная установка

Специальные установки конструируются как правило с электрическим приводом. Мощность электродвигателя определяется в зависимости от конструкции и диаметра РС, а также от грунтовых условий и должна быть не менее 3 квт для РС < 200мм и 5 квт для 200 мм < РС < 300 мм.

Установка типа ПБУ предназначена для навески РС < 300 мм и раскатки вертикальных скважин глубиной до 9 м.

Установка типа СБУ-100ГА - для навески РС < 250 мм и раскатки вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин глубиной до 6м при ограничении по высоте для устройства вертикальных НРС до 5 м.

Специальные установки применяются для раскатки вертикальных и наклонных скважин РС диаметром менее 150 мм глубиной до 4.5 м в стеснённых условиях при ограничении по высоте до 2.2 м.

1.7. В процессе раскатки скважин формируется уплотнённая зона, возникает отказ, вызванный условным равновесием полного осевого усилия и вращательного момента, передаваемого на РС и сопротивления грунта погружению раскатчика, образуется выпор грунта и возникают радиальные трещины (рис.3).

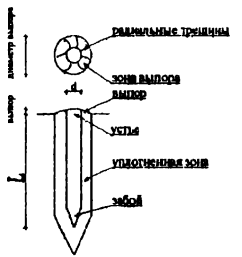


Рис. 3. Основные параметры раскатанной скважины

Возможно возникновение преждевременного отказа с образованием выпора и радиальных трещин. Это связано с состоянием и физико-механическими характеристиками раскатываемого грунта, наличием не учтенных проектом прослоек грунта с отличающимися от основного грунта более высокими прочностными характеристиками, несоответствием диаметра РС плотности раскатываемого грунта или коэффициенту пористости (e), неправильно выбранным технологическим режимом раскатки и т.п.

Отсутствие проектного отказа свидетельствует об ошибочном назначении глубины раскатки скважин. Ошибка устраняется увеличением глубины раскатки скважин или вкатыванием в забой порций грунта (щебня).

1.8. Формирование и границы уплотненной зоны зависят от начального состояния структуры раскатываемого грунта, плотности сухого грунта, влажности, диаметра РС, объёма вытесняемого раскатчиком грунта за пределы скважины.

Для предварительных расчетов диаметр уплотненной зоны (d_c), который может быть получен после раскатки, определяется по формуле:

$$d_s = \gamma_c d \sqrt{\rho_{ds} / (\rho_{ds} - \rho_d)} \qquad (1)$$

где

d - диаметр РС, м;

ρ_{ds} - плотность сухого уплотненного грунта, т/м^3;

ρ_d - плотность сухого грунта естественного сложения, т/м^3;

γ_c - коэффициент условий работы грунта, принимаемый > 1.

Коэффициент условий работы грунта γ_c уточняется экспериментальным путем для конкретных грунтовых условий.

2. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА НРС

2.1. Инженерно-геологические изыскания для проектирования и устройства НРС должны проводиться в соответствии с требованиями СНиП [7] и содержать подробные сведения о:

- состоянии, видах, физико-механических характеристиках, слагающих площадку грунтов;
- границах расположения в плане и по глубине площадки грунтов с особыми свойствами (просадочных, насыпных, набухающих и др.), а также грунтов с повышенной влажностью по сравнению с основными;
- прослойках грунтов, толщиной > 0.2 м, отличающихся по виду, состоянию и характеристикам от основного грунта.

2.2. Материалы инженерно-геологических изысканий, рекомендуется уточнять дополнительными исследованиями грунтов с шагом по глубине через 0.2 м.

2.3. Для проведения подробных инженерно-геологических изысканий рекомендуется выполнять комплексные полевые исследования грунтов, включающие статическое зондирование [8] и радиоактивный (гамма-гамма и нейтронный) каротаж [9], в том числе, разработанный НИИОСП им. Н.М. Герсеванова, зондировочно-каротажный комплекс «ПИКА-15», регистрирующий следующие параметры статического зондирования и радиоактивного каротажа в условиях природного залегания грунтов с заданным (например, 0.2 м) шагом по глубине:

Q_z - удельное сопротивление грунта под конусом зонда, мПа;

F_z - удельное сопротивление грунта по муфте трения, кПа;

N_{rg} - скорость счёта по плотномеру ППГР-1, имп/сек;

N_{wg} - скорость счёта по влагомеру ВПГР-1, имп/сек;

N_i - естественный (природный) гамма-фон, имп/сек.

В результате автоматизированной обработки измерений параметров на ЭВМ по программе, разработанной НИИОСП, определяются, с учётом региональных критериев, следующие физико-механические характеристики грунтов:

ρ - плотность грунта, г/см^3;

ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии г/см^3;

W - природная влажность грунта, д.е.;

e - коэффициент пористости, д.е.;

S_r - степень влажности, д.е.;

I_p - число пластичности, д.е.;

I_L - показатель текучести, д.е.;

sandy -крупность песков;

E - модуль деформации, мПа;

φ - угол внутреннего трения град.;

c - удельное сцепление, кПа.

На основании полученных характеристик определяются виды слагающих площадку грунтов и рассчитываются нормативные предельные сопротивления забивных висячих свай квадратного сечения от 15х15 см до 45х45 см с соответствующим заданным шагом по глубине.

Результаты определения нормативных предельных сопротивлений забивных висячих свай являются исходными данными для расчёта несущей способности НРС.

2.4. Применение зондировочно-каротажного комплекса «ПИКА-15» в процессе устройства НРС позволяет:

- уточнять характер и степень изменчивости грунтовых условий площадки;
- оценивать влияние изменения влажности на несущую способность свай в сравнении с проектными значениями;
- определять причины несоответствия режима раскатки скважин проектному;

– получать оперативные данные о несущей способности НРС в плане площадки без проведения статических испытаний.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УСТРОЙСТВА НРС

3.1. Конструктивные решения устройства НРС классифицируются по:

а) назначению	- несущий элемент (рис.4);
	- армирующий (усиливающий) элемент (рис.5);
	- комбинированный элемент;
б) способу устройства	- без бурения лидерной скважины;
	- с бурением лидерной скважины;
	- комбинированный;
в) расположению в пространстве	- вертикальные;
	- наклонные;
	- горизонтальные;
	- комбинированные;
г) материалу для заполнения раскатанной скважины	- бетонные;
	- бетонные с армированием;
	- грунтовые;
	- щебенистые;
	- шлаковые;
	- комбинированные.

3.2. Несущие НРС воспринимают передаваемую на них нагрузку, имеют жесткую связь с фундаментом (ростверком), соответствующую нормативным требованиям, предъявляемым к забивным висячим сваям. В зависимости от нагрузок и воздействий армируются отдельными стержнями, каркасами или жесткой арматурой (трубами, металлическими профилями).

Бетонирование несущих НРС производится товарным бетоном класса не ниже В 15 с уплотнением глубинным вибратором.

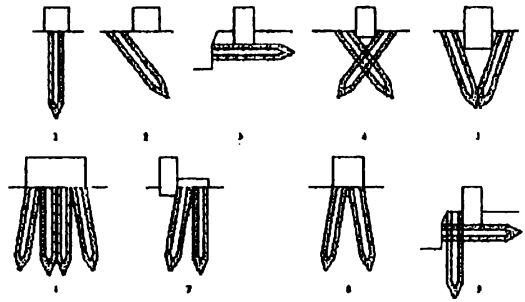


Рис. 4. Конструктивные решения НРС, выполняющих роль несущего элемента

1 - вертикального; 2 - наклонного; 3 - горизонтального; 4 - перекрестного; 5 - сходящегося; 6, 7, 9 - комбинированного; 8 - козлового

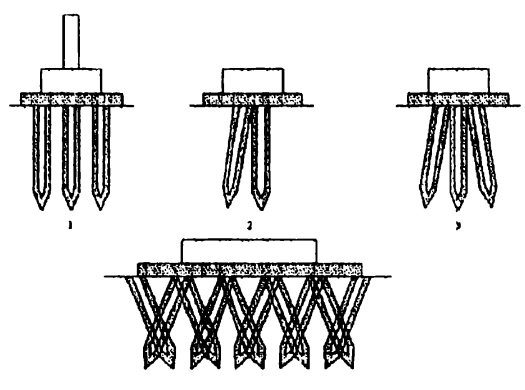


Рис. 5. Конструктивные НРС, выполняющих роль армирующего основания фундамента элемента

1 - вертикального; 2 - козлового; 3 - комбинированного; 4 - перекрестного;

У комбинированных (по материалу заполнения скважины) НРС верхняя часть выполняется из бетона с армированием.

Для повышения несущей способности НРС создается уширение уплотнённой зоны путём вкатывания нескольких порций жёсткого материала (щебня, гравия, шлака и т.п.). Объём уширения определяется расчётом и проверяется результатами статических испытаний, проводимых на опытных площадках.

3.3. Армирующие (усиливающие) НРС предназначены для повышения несущей способности грунтов основания ленточных, отдельностоящих фундаментов и плит за счёт формирования в активной сжимаемой зоне массива грунта с заданными прочностными и деформативными характеристиками.

Такие элементы чаще всего выполняются без армирования, а скважины заполняются бетоном класса не ниже В 3.5 или жёстким материалом (щебнем, гравием, шлаком и т.п.). Уплотнение бетона производится глубинным вибратором, а сыпучих материалов раскаткой.

3.4.Отличительной особенностью армирующих НРС от несущих является наличие буферного (разделительного) слоя из песка средней крупности или щебня, расположенного между верхом свай и подошвой фундаментов.

Толщина буферного слоя должна быть не менее d/2, где d - диаметр НРС, и определяется в зависимости от грунтовых условий, вида фундамента и схемы расположения НРС в плане подошвы фундамента.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ НРС

4.1. Для проектирования оснований фундаментов из НРС необходимо иметь следующие исходные данные:

- материалы подробных инженерно-геологических исследований площадки проектируемого строительства, выполненные в соответствии с разделом 2 настоящих рекомендаций;
- сведения о природно-климатических и построечных условиях производства работ, а также о факторах, влияющих на технологический процесс устройства НРС, в т.ч. о возможности подтопления площадки ливневыми

(талыми) и техногенными водами в процессе строительства и эксплуатации объекта;

- информацию о технологических особенностях эксплуатации объекта, в том числе наличии динамических и вибрационных нагрузок и воздействиях.

4.2. Выбор оптимального варианта конструктивного решения осуществляется с учётом технико-экономических показателей, энергетических затрат, влияния устройства НРС на технологический процесс эксплуатации объекта (остановка или без неё действующего производства) и др.

4.3. Несущая способность (F_d) НРС определяется:

- расчетом, в соответствии со СНиП [3], как сумма несущих способностей конической части сваи, соответствующей длине РС, и несущей способности по боковой поверхности цилиндрической сваи;
- статическими испытаниями, по ГОСТ [6];
- комплексным статическим зондированием.

4.4. Расчёт несущей способности цилиндрически-конических НРС производится по формуле:

$$F_d = u\,[\sum h_i f_i + \sum h_{oi}\,(u_{oi} f_i + u_{oi} i_p E_i k_i \xi_r)] \qquad (2)$$

где:

u - периметр цилиндрической части сваи, м;

γ_{cf} - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи, учитывающий наличие лидирующих скважин и определяемый по п.2 табл.3 [3];

h_i - толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью цилиндрической части сваи, м;

f_i - расчётное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности цилиндрической и конической частей сваи, кПа (тс/м^2), принимаемое табл. 2 [3];

h_{oi} - толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью конической части сваи, м;

u_{oi} - периметр i-го сечения конической части сваи, м;

E_i - модуль деформации i-го слоя грунта, окружающего боковую поверхность конической части сваи, кПа (тс/м^2), определяемый по результатам компрессионных испытаний;

k_f - коэффициент, зависящий от вида грунта и принимаемый по табл.4 [3];

ξ_r - реологический коэффициент, принимаемый равным 0,8;

i_p - наклон боковой поверхности конической части сваи в долях единицы, при $i_p > 0.025$ принимается равным 0.025;

4.5. Определение несущей способности НРС с помощью комплексного статического зондирования основано на СНиП [3], ГОСТ [8, 9] и методике расчёта несущей способности забивных висячих свай квадратного сечения зондировочно-каротажным способом (ПИКА-15), разработанным НИИОСП.

Расчёт несущей способности призматических свай сечением от 15x15 до 45x45 см производится с помощью систем автоматизированной обработки на ПЭВМ результатов радиоизотопно-зондировочных исследований грунтов в условиях их природного (естественного) залегания.

4.6. Привязка методики к местным инженерно-геологическим условиям осуществляется с помощью региональных критериев, а переход на определение нормативной несущей способности НРС - с помощью коэффициента K_n, учитывающего соотношение фактической площади поперечного сечения НРС (по цилиндрической части) и площади поперечного сечения забивной висячей сваи с соответствующей стороной квадрата: 15, 20, ...45 см.

Коэффициент K_n для РС диаметром 15, 20, 25 и 30 см принимается по таблице 1, или при промежуточных значениях диаметров РС по номограмме, приведённой на рис. 6.

Таблица 1

Диаметр	Значения коэффициента Кп при стороне квадрата забивной висячей сваи, см						
РС, см	15	20	25	30	35	40	45
15	0,812	0,488	0,327	0,233	0,174	-	-
20	1,452	0,872	0,585	0,415	0,312	0,242	-
25	2,263	1,360	0,911	0,648	0,486	0,378	0,303
30	3,385	2,031	1,363	0,968	0,726	0,565	0,452

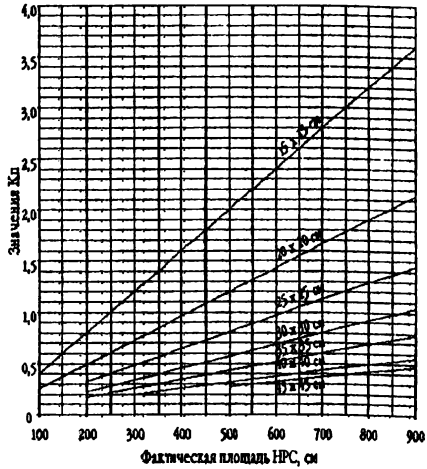


Рис. 6. Номограмма для определения $K_п$ в зависимости от площади поперечного сечения

4.7. Нормативная несущая способность НРС по данным комплексного статического зондирования определяется по формуле:

$$F_{dp} = K_п \; F_{dc} \qquad (3)$$

где:

F_{dp} - несущая способность НРС (тс);

F_{dc} - несущая способность забивной висячей сваи (тс).

$$F_{dc} = \sum_{1}^{n} Fi \,/\, n \qquad (4)$$

где:

F_i - предельное сопротивление (тс) забивной сваи квадратного сечения на i глубине;

n - количество определений предельного сопротивления по длине сваи.

Длина забивной сваи принимается равной длине НРС.

4.8. Проектирование армирующих (усиливающих) основание фундаментов НРС заключается в следующем:

- выборе вида фундамента (ленточный, отдельно стоящий, плита) исходя из инженерно-геологических условий площадки, нагрузок и воздействий, обеспеченности площадки необходимыми материалами, машинами и механизмами;
- определении технологичности производства работ;
- анализе инженерно-геологических условий площадки с учётом изменчивости видов и напластований грунтов, их состояния и физико-механических характеристик, наличия и характера расположения уровня грунтовых вод;
- определении слабых прослоек грунтов и их расположения по глубине сжимаемой зоны основания;
- вариантной оценке несущих и технологических показателей НРС относительно принятого вида фундамента;
- конструировании системы «основание-фундамент» с учетом конструктивных решений, приведенных на рис.5 настоящих Рекомендаций.

4.9. Для определения прочностных и деформативных характеристик армированного массива из армирующих НРС проводятся статические испытания фрагмента фундамента или опытного фундамента в армированном массиве (рис.7) по ГОСТ [6].

4.10. При конструировании армированного массива грунта определяются:

- габаритные размеры фундамента и схема размещения НРС в плане (рис. 8);
- положение в пространстве, длина и диаметр армирующих элементов;

- материал для заполнения раскатанных скважин, способ его укладки и уплотнения;
- материал (песок, щебень) и толщина распределительного (буферного) слоя.

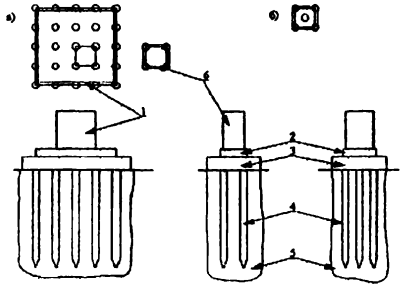


Рис. 7. Определение несущей способности армированного массива грунта (5) из НРС статическими испытаниями:

а) фрагмента фундамента; б) опытного фундамента;

1 - фундамент; 2 - бетонная подготовка; 3 - буферный слой;

4 - НРС; 6 - фрагмент фундамента

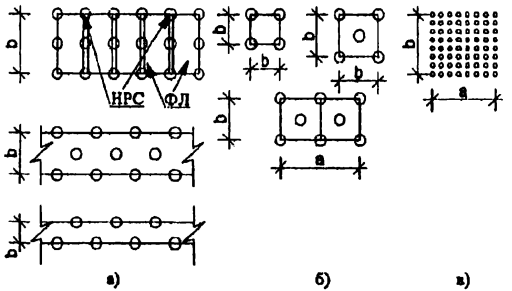


Рис. 8. Расположение вертикальных армирующих (усиливающих) НРС в плане фундаментов

а) ленточных; б) отдельностоящих; в) плитных

5.УСТРОЙСТВО НРС В РАЗЛИЧНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

5.1. Применение НРС в различных инженерно-геологических условиях имеет следующие преимущества:

- улучшение физико-механических характеристик грунтов околосвайного пространства за счет формирования уплотненной зоны;
- получение более высокой, по сравнению с буронабивными сваями, несущей способности, близкой к забивным висячим сваям;
- меньшая степень потерь несущей способности основания, по сравнению с буронабивными сваями, при замачивании грунтов околосвайного пространства;
- обеспечение примерно равной несущей способности свай в плане фундаментов за счет выравнивания характеристик грунтов околосвайного пространства;
- более эффективный расход бетона и стали по сравнению с буронабивными и забивными висячими сваями;
- отсутствие вибрационных воздействий на близрасположенные здания и сооружения;
- возможность выполнения НРС в различных грунтовых и построечных условиях строящихся и эксплуатируемых (в т.ч. аварийных) зданий и сооружений.

5.2. По трудоёмкости раскатки скважин грунты подразделяются на следующие категории:

I категория

Однородные по физико-механическим характеристикам глинистые грунты от твердой до мягкопластичной консистенции природного (естественного) сложения с плотностью в сухом состоянии ρ_d <1.6 т/м^3 мощностью равной или более требуемой глубины раскатки скважины.

II категория

Глинистые грунты от твердой до мягкопластичной консистенции природного (естественного) сложения с плотностью в сухом состоянии 1.60 т/м^3 < ρ_d < 1.65 т/м^3 не выдержанные в плане и по глубине, с линзами и прослоями песка не выше средней плотности толщиной не более 0.2 м.

III категория

Глинистые грунты с плотностью в сухом состоянии 1.65 т/м^3 < ρ_d < 1.70 т/м^3.

Песчаные грунты с плотностью в сухом состоянии ρ_d < 1.60 т/м^3 и влажностью $W < W_o$ (W_o - оптимальная влажность).

Насыпные грунты с наличием крупных включений диаметром до 10 см не более 3% по массе.

IV категория

Глинистые грунты с плотностью в сухом состоянии ρ_d > 1.70 т/м^3.

Песчаные грунты с плотностью в сухом состоянии 1.60 т/м^3 < ρ_d < 1.65 т/м^3 и влажностью $W < W_o$.

Насыпные грунты мощностью до 5 м, плотностью в сухом состоянии ρ_d < 1.65 т/м^3, с наличием крупных включений диаметром до 10 см не более 5% по массе;

Глинистые грунты с показателем консистенции J_L > 0.75, пески мелкие и пылеватые со степенью влажности G > 0.5.

Глинистые грунты

5.3. Для устройства оснований в однородных глинистых грунтах с показателем консистенции J_L < 0.75 и плотностью в сухом состоянии ρ_d < 1.65 т/м^3 применяются несущие и армирующие НРС различных конструктивных решений.

Раскатка скважин в таких грунтах выполняется с охлаждением РС водой без применения буровых лидерных скважин и предусматривает формирование уплотнённой зоны максимальных размеров (рис.9).

5.4. В глинистых грунтах 1 типа по просадочности при раскатке скважин необходимо предусматривать прорезку просадочной толщи на глубину не менее 1 м., вкатывание в стенки и забой скважин грунта, щебня и т.п. материалов, наложе

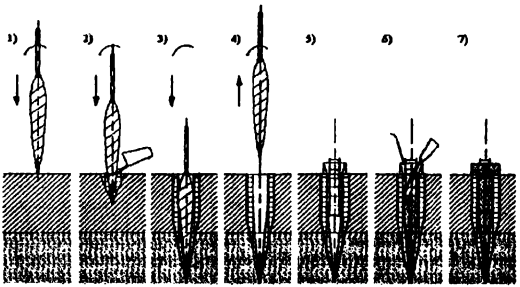


Рис. 9. Технологическая последовательность устройства НРС в глинистых грунтах $J_L > 0.75$ и $\rho_d < 1.65$ т/м^3

1 - установка РС в точке расположения скважины (сваи);
2, 3 - раскатка скважины до проектной глубины с охлаждением РС водой;
4 - готовая скважина; 5 - установка арматурного каркаса и бетонолитной воронки; 6 -бетонирование скважины; 7 - готовая свая

ние уплотненных зон соседних скважин. Схема расположения НРС в плане фундамента (ростверка) должна учитывать необходимость устранения просадочных свойств грунта межсвайного пространства и прилегающей к фундаментам зоны. Охлаждение РС водой при раскатке обязательно.

С целью снижения влияния нагружающего негативного трения окружающей просадочной толщи на систему «основание-фундамент» применяются контурные армирующие НРС (рис.10).

5.5. Устройство НРС диаметром >200 мм в глинистых грунтах с показателем консистенции $J_L < 0.75$ и плотностью в сухом состоянии $\rho_d > 1.65$ т/м^3 рекомендуется выполнять с применением буровых лидерных скважин, глубина и диаметр которых определяются опытным путем при предварительной отработке технологического режима раскатки скважин на опытной площадке. Охлаждение РС водой при раскатке обязательно.

5.6. Расстояние между сваями, как правило, принимается > 3d. В случае необходимости устройства НРС на расстоянии < 3d выполняется чередующаяся последовательность раскатки скважин и их бетонирования. Раскатку скважин

вблизи готовых свай можно вести после набора прочности бетоном от проектной не менее 50% у несущих НРС и 30% у армирующих.

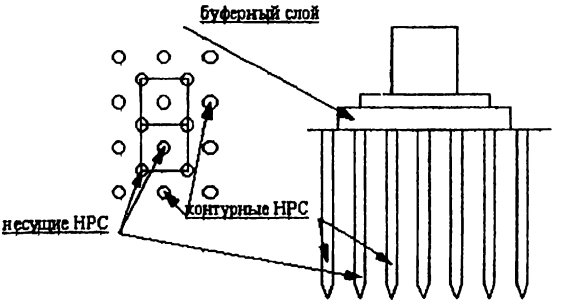


Рис. 10. Схема расположения контурных (армирующих) НРС в плане фундамента

5.7. Армирование раскатанных скважин производится:

- отдельными стержнями сразу после бетонирования скважин;
- каркасами и металлическими профилями до бетонирования.

Для того, чтобы арматурные стержни, каркасы и профили при бетонировании не погружались ниже требуемых по проекту отметок, устанавливаются фиксаторы (рис.11).

5.8. Бетонирование раскатанных скважин осуществляется подвижной бетонной смесью на крупном заполнителе фракции 10-20 мм для несущих НРС и 20-40 мм для армирующих НРС.

5.9. Время простоя скважин до бетонирования определяется состоянием устья, стенок и забоя скважин и не должно превышать трех суток.

В случае превышения этого срока или попадания в скважину воды (атмосферной или техногенной), а также грунта, скважина должна быть раскатана вновь, в том числе, с добавлением при необходимости грунта, щебня и т.п. материалов.

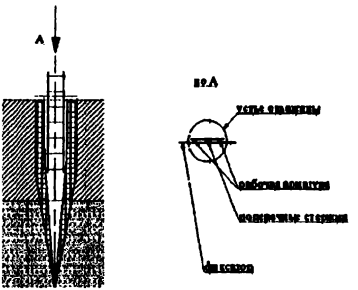


Рис. 11. Фиксатор для установки арматурного каркаса

Песчаные грунты

5.10. Устройство НРС в песчаных грунтах (рис.12) с плотностью в сухом состоянии ρ_d < 1.65 т/м^3 производится при условии их влажности близкой к оптимальной и применении буровых лидерных скважин, диаметр и глубина которых определяется в зависимости от требуемой глубины раскатки, диаметра РС и начальной (естественной) плотности песка в сухом состоянии (ρ_d). Охлаждение РС водой при раскатке скважин обязательно.

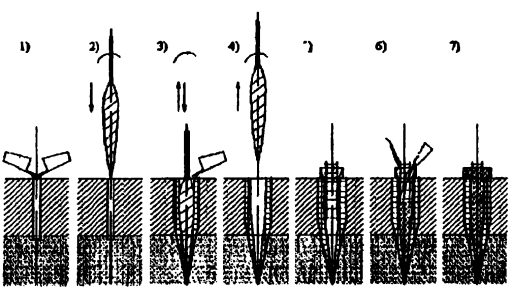


Рис. 12. ***Технологическая последовательность устройства НРС в песчаных грунтах ρ_d < 1.65 т/м^3***

1 - предварительное замачивание грунта; 2, 3 - раскатка лидерной скважины до проектной глубины с охлаждением РС водой; 4 - готовая скважина; 5 - установка арматурного каркаса и бетонолитной воронки; 6 -бетонирование скважины; 7 - готовая свая

5.11. Для создания оптимальной влажности песчаного грунта применяется поверхностное или глубинное замачивание. Расход воды при поверхностном замачивании на 1 м^2 замачиваемой площади определяется расчетом по формуле (5) и проверяется опытным путем:

$$V = \rho_d \, k \, (W_o - W) \, h \qquad (5)$$

где:

ρ_d - среднее значение плотности сухого грунта, т/м^3;

W_o - оптимальная влажность, д.е., определяемая по результатам испытания грунта стандартным уплотнением;

W - природная (естественная) влажность грунта, д.е.;

h - требуемая высота увлажняемого слоя грунта, м;

k - коэффициент, учитывающий потерю воды на испарение и принимаемый равным 1.2.

Поверхностное замачивание песка производится при глубине раскатанных скважин < 2.5 м за 1-2 дня до раскатки. Глубинное замачивание песков производится через буровые скважины, количество, глубина и диаметр которых назначаются в зависимости от гранулометрического состава и коэффициента фильтрации песка, требуемой глубины раскатки, наличия линз и прослоек слабофильтруемого грунта и т.п. факторов.

При замачивании не следует допускать переувлажнения песков на момент раскатки скважин, т.к. это может повлиять на устойчивость стенок и забоя скважин.

5.12. При устройстве НРС в песчаных грунтах применяются: конический штамп для уплотнения осыпавшегося в забои скважины грунта, бетонолитная воронка для предохранения устья и стенок скважины от обрушения, кольцо-опалубка для формирования верха (оголовка) сваи (рис.13).

5.13. При раскатке скважин в песчаных грунтах расстояние между ними, как правило, принимается > 3d. В случае необходимости устройства скважин на расстоянии < 3d выполняется чередующаяся последовательность раскатки и бетонирования скважин. Раскатку скважин вблизи готовых свай можно вести после набора прочности бетона в них не менее 50% от проектной.

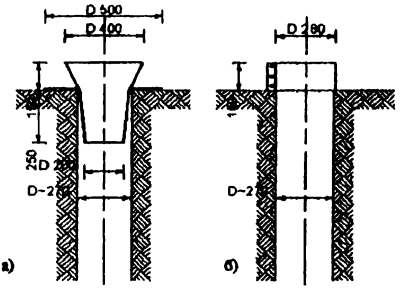


Рис. 13. Приспособления, применяемые при устройстве НРС РС-250
а) бетонолитная воронка; б) разъемное кольцо - опалубка

5.14. Армирование раскатанных скважин в песчаных грунтах производится отдельными стержнями сразу после бетонирования, каркасами и металлическими профилями - до бетонирования. При установке каркасов в скважину принимаются меры исключающие повреждение (обрушение) стенок и устья скважины.

5.15. Бетонирование раскатанной скважины осуществляется подвижной бетонной смесью на крупном заполнителе фракции 10-20мм для несущих и 20-40мм для армирующих НРС.

5.16. Время простоя скважины до бетонирования не должно превышать 1 суток. В случае увеличения этого срока или потери устойчивости стенок и устья скважины, производится восстановительная раскатка, а при необходимости - добавление глинистого грунта.

Для предохранения раскатанной скважины до бетонирования от разрушения атмосферными осадками поверхность грунта в радиусе 0.5 м должна иметь уклон от скважины и сама скважина должна быть защищена инвентарным щитом.

Насыпные грунты

5.17. В насыпных грунтах применяются несущие и армирующие НРС, в том числе для уплотнения (улучшения характеристик) грунтов обратных засыпок и насыпей.

Устройство НРС в насыпных грунтах (рис.14) мощностью до 5 м, плотностью в сухом состоянии $\rho_d < 1.65$ т/м^3 с наличием крупных включений диаметром до 100 мм не более 5% по массе требует обязательного применения лидерных скважин, назначением которых является также определение мощности насыпного слоя и возможного наличия в насыпном грунте крупных включений диаметром >100 мм, способных повлиять на технологический режим раскатки скважин и вызвать поломку РС.

В случае, если состав насыпного грунта подробно исследован, относительно однороден и представлен глинистыми грунтами с $J_L < 0.75$, допускается производить раскатку скважин без применения лидерных скважин в соответствии с п. 5.3 настоящих рекомендаций.

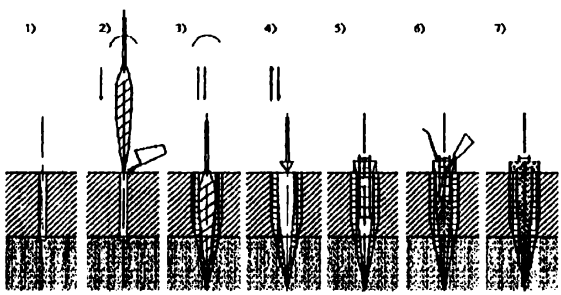


Рис. 14. Технологическая последовательность устройства НРС в насыпных грунтах

1 - бурение лидерной скважины до требуемой (проектной) глубины; 2, 3 - раскатка скважины с охлаждением РС водой и добавлением (при необходимости) песчаного или глинистого грунта; 4 - восстановление скважины (в случае обрушения стенок или устья); 5 - установка арматурного каркаса и бетонолитной воронки; 6 -бетонирование скважины; 7 - готовая свая

5.18. Раскатка скважин в насыпных грунтах должна производиться при их влажности близкой оптимальной. Если влажность грунта меньше оптимальной производится предварительное замачивание грунтов (см.п.5.11).

5.19. Армирование и бетонирование раскатанных скважин выполняется так же, как для соответствующих видов грунтов естественного сложения (см. п.п. 5.7; 5.8; 5.14; 5.15).

5.20. Время простоя скважин до бетонирования определяется опытным путем, исходя из вида раскатываемого грунта и составляет от 1 до 3-х суток.

5.21. Схема расположения НРС в плане фундамента должна предусматривать создание однородного по несущей способности армированного массива грунта, состоящего из НРС и насыпного грунта с улучшенными раскаткой характеристиками.

Расстояние между скважинами определяется расчётом и, как правило, принимается > 3d. В случае применения НРС для уплотнения насыпных грунтов расстояние между скважинами и расположение их в плане площадки устанавливается опытным путем.

Слабые водонасыщенные грунты

5.22. Устройство НРС в слабых водонасыщенных глинистых грунтах с $J_L > 0.75$ и песчаных грунтах со степенью водонасыщения $S_r > 0.5$ связано с трудоемкостью формирования ствола скважины и его способности сохранять устойчивость без оплывания на то время, которое необходимо для армирования и бетонирования скважины.

С целью увеличения времени устойчивости ствола скважин вначале на опытной площадке, или непосредственно на свободном участке строительной площадки, отрабатывается технологический режим раскатки скважин.

При отработке режима раскатки скважин определяют:

- время устойчивости стенок скважин после раскатки без применения каких-либо мероприятий по его повышению;
- вид нарушения устойчивости стенок скважин (оплывание, обрушение, образование воронки и др.);
- вид нарушения и время устойчивости стенок скважин после порционной засыпки и вкатывания в стенки скважин маловлажного песка;
- вид нарушения и время устойчивости стенок скважин после порционной засыпки и вкатывания в стенки скважин глинистого грунта.

На основании результатов опытных работ разрабатывается технологическая последовательность устройства НРС в водонасыщенных грунтах с указанием вида, объёма и количества порций вкатываемого грунта (рис.15).

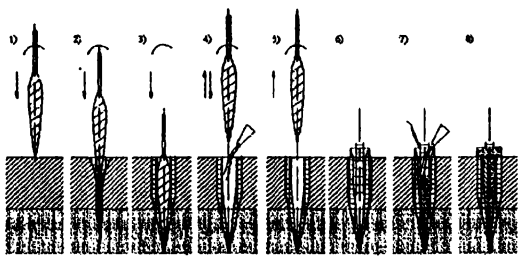


Рис. 15. Технологическая последовательность устройства НРС в водонасыщенных грунтах

1 - установка РС в точке расположения скважины (сваи); 2, 3, 4 - раскатка скважины до проектной глубины с добавлением порций маловлажного песчаного или глинистого грунта; 5 - готовая скважина; 6 - установка арматурного каркаса и бетонолитной воронки; 7 -бетонирование скважины; 8 - готовая свая

5.23. Схема армирования раскатанных скважин в водонасыщенных грунтах должна быть, как правило, упрощенной, например, в виде отдельных стержней, металлических профилей, требующая минимальные затраты времени на установку арматуры.

5.24. Бетонирование раскатанных скважин выполняется, как правило, в чередующейся последовательности раскатки и бетонирования. При этом, бетонирование должно производиться не позже, установленного опытным путем времени, бетонной смесью с фракцией крупного заполнителя 10-20 мм, в основном, приготовленной непосредственно на строительной площадке.

5.25. Схема расположения НРС в плане должна учитывать специфические особенности водонасыщенных грунтов и по периметру фундаментов должно, как правило, предусматриваться устройство контурных армирующих НРС. Расстояние между НРС определяется по расчету, проверяется опытным путем и, как правило, должно быть > 3d.

5.26. В слабых водонасыщенных грунтах наиболее технологичными являются армирующие (усиливающие) НРС из щебня (рис. 16).

Расстояние между армирующими НРС может быть < 3d и определяется опытным путем, исходя из требуемых прочностных и деформативных характеристик создаваемого армированного массива грунта.

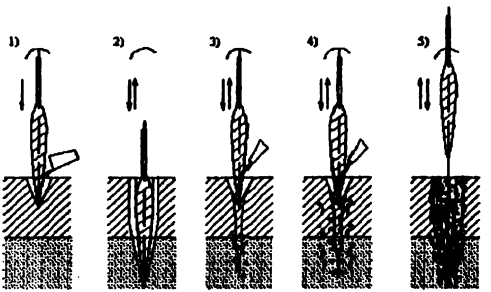


Рис. 16. Технологическая последовательность устройства армирующих щебенистых НРС в насыпных водонасыщенных грунтах

1, 2 - раскатка скважины до проектной глубины; 3, 4 - порционная засыпка скважины щебнем с уплотнением раскаткой; 5 - готовая свая

6. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

6.1. Устройство НРС должно производиться по проекту согласно технологической карты [11] состоящей из следующих разделов:

I Область применения

II Технология и организация выполнения работ

III Требования к качеству и приемке работ

IV Техника безопасности и охрана труда, экологическая и пожарная безопасность

V Потребность в ресурсах

VI Технико-экономические показатели

6.2. Очередность устройства НРС, схема движения механизма с раскатчиком назначаются с таким расчётом, чтобы бетонирование скважин производилось не

позднее чем через 1-3 суток после окончания раскатки, а расстояние между раскатываемой и бетонируемой скважинами обеспечивало условия твердения бетона.

6.3. Раскатка скважин начинается с установки острия раскатчика по центру будущей скважины, заданного в проекте. Допускается отклонение острия от проектного положения не более, чем на 0.1 диаметра формирующего катка РС, для несущих НРС и 0.2 - для армирующих.

Раскатка скважин на каждой стоянке механизма должна производиться, как правило, на всю глубину. При наличии слабых, в т.ч. водонасыщенных прослоек грунтов в верхней зоне раскатка скважины может вестись в два этапа: в начале до глубины, необходимой для укрепления верхней части скважины, а затем до проектной глубины.

Глубина раскатанной скважины должна соответствовать проектной с точностью ± 5 см.

В процессе устройства НРС ведется журнал производства работ по форме, указанной в приложении N2.

6.4. Приёмка НРС выполняется комиссией на основе исполнительной схемы с указанием проектных и фактических отметок и расположения скважин в плане, акта на скрытые работы, журнала производства работ, осмотром НРС на месте и оформлением акта приемки работ.

6.5. Отрывка котлованов для устройства НРС в зимнее время выполняется отдельными захватками с размерами, при которых (с учётом среднесуточных отрицательных температур и производительности установки) обеспечивается раскатка скважин в практически талом грунте. Сразу же после отрывки и планировки дна котлованов поверхность их в местах расположения НРС целесообразно утеплять специальными матами.

6.6. Раскатка скважин в зимнее время при температуре наружного воздуха ниже -20°С и должна производиться при талом состоянии грунта. При промерзании грунта на глубину до 0,2 м применяется лидерное бурение мерзлого слоя, а при более 0,2 м производится его оттаивание. Метод, режим и сроки оттаивания мерзлого грунта принимаются в соответствии с проектом или технологическими картами производства работ. Оттаивание грунта может привести к потере устойчивости верхней части раскатанной скважины.

При устройстве несущих и армирующих (бетонных) НРС допускается применять предварительное разбуривание мерзлого слоя грунта толщиной до 1/3 проектной глубины раскатанной скважины. Диаметр буровой скважины должен быть равным или больше диаметра формирующего катка РС на 1 - 2 см. Применение буровых скважин должно учитываться при расчете несущей способности НРС и в проекте производства работ.

6.7. Раскатка скважин при отрицательных температурах воздуха производится, как правило, при его естественной влажности без дополнительного увлажнения. При влажности грунта ниже оптимальной более, чем на 0.06 допускается производить его доувлажнение раствором поваренной соли.

Охлаждение РС водой производится согласно п. 1.4. настоящих Рекомендаций.

6.8. Перед устройством НРС снег и лед с поверхности грунта в месте их расположения удаляются. В процессе заполнения раскатанной скважины материалом или бетоном не допускается попадания в скважину комьев снега, льда, мёрзлого грунта, воды.

6.9. Вкатывание жёсткого материала в стенки скважины в зимних условиях должно производиться только при талом состоянии грунта в стенках скважин и жёсткого материала. Разрыв между раскаткой скважины и вкатыванием жёсткого материала не должен быть более 4 - 5 часов.

6.10. После раскатки скважин до проектной отметки и вкатывания в забой жёсткого материала, скважины должны закрываться утеплёнными крышками. Талое состояние грунта на дне и стенках скважин должно сохраняться до их бетонирования.

6.11. Перед бетонированием скважин проверяется состояние стенок и устья скважин, отсутствие в забое комьев мерзлого или талого грунта.

Бетонирование скважин под несущие НРС осуществляется товарным бетоном (класса не ниже В 20) с глубинным виброуплотнением и электропрогревом.

Бетонирование скважин под армирующие НРС осуществляется товарным бетоном (класса В 5 и выше) с противоморозными добавками. В случае применения обычного товарного бетона применяется электропрогрев.

Режим прогрева бетона на период его твердения, а также контроль при прогреве определяются проектом производства работ.

6.12. После бетонирования грунт вокруг скважин во избежание дополнительного промерзания утепляется на весь период производства работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1983 г.
2. СНиП 3.02.01-83 Основания и фундаменты. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1983 г.
3. СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1985 г.
4. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). М., Стройиздат, 1986 г.
5. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83). М., Стройиздат, 1986 г.
6. ГОСТ 5686-78. Сваи. Методы полевых испытаний.
7. СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства. Нормы проектирования. М., Стройиздат, 1987 г.
8. ГОСТ 23061-90. Грунты. Методы радиоизотопного измерения плотности и влажности. М., Изд-во стандартов, 1991 г.
9. ГОСТ 20069-81. Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. М., Изд-во стандартов, 1982 г.
10. Руководство по геотехническому контролю при производстве земляных работ. М., Стройиздат, 1974 г.
11. Руководство по разработке технологических карт в строительстве (к СНиП 3.01.01-85** Организация строительного производства) М, 1998 г.

Пример определения несущей способности НРС по данным комплексного статического зондирования

Исходные данные

1. Результаты расчета данных статического зондирования и радиоактивного каротажа (табл.2).

2. Результаты расчета несущей способности забивных висячих свай по данным статического зондирования (табл.3).

3. Раскатчик скважин марки РС-270 мм.

4. Предполагаемый диаметр НРС, уточненный опытной раскаткой скважин - - 29 см. Фактическая площадь НРС составляет 625 $см^2$ < 660 $см^2$ < 900 $см^2$ и находится между площадями забивных свай с размерами сторон 25 х 25 см и 30 х 30 см.

По таблице расчета несущей способности забивных свай определяем длину НРС, для чего:

- по колонке со стороны квадрата 25см (ближнему к диаметру раскатчика РС-270) проверяем изменение предельного сопротивления забивной сваи по глубине;
- по таблице 3 отмечаем, что на глубине 3.8м сопротивление возрастает с 9.5 до 22.3 тс и на глубине 5.0 м составляет 27.2 тс;
- с глубины 5.0м до 6.0м сопротивление сваи колеблется: уменьшается до 19.1 тс, затем возрастает до 30.0 тс и вновь уменьшается до 23.1 тс. Только с глубины 6.0 м сопротивление сваи возрастает без отклонений.

В данных грунтовых условиях могут быть рассмотрены 2 варианта возможной длины свай:

1. Длина сваи 4.0 м с опиранием острия в слои суглинка полутвердого (табл.2), мощностью 1.0 м.

2. Длина сваи 6.2 м с опиранием острия сваи в слои песка мелкого влажного.

В связи с тем, что на устройство НРС длиной 6.2 м, из-за слабой устойчивости стенок раскатанной скважины от оплывания или обрушения, потребуется больше затрат, чем на устройство 4-х метровой, принимаем для дальнейших расчетов длину НРС равную 4.0 м.

Исходя из фактической площади поперечного сечения НРС, по номограмме определяем коэффициенты перехода $K_п$ для свай со стороной 25 х 25 и 30 х 30 см (рис.6):

$K_п(25) = 1.05$, $K_п(30) = 0.75$ при площади НРС - 660 см^2.

Определяем несущую способность забивной сваи со стороной квадратного сечения 25 см и 30 см по формуле (4) п.4.7:

- для стороны квадрата 25 см - $F_{dp} = 10.03$ тс.
- для стороны квадрата 30 см - $F_{dp} = 13.54$ тс.

Несущую способность НРС определяем по формуле (3) п.4.7:

$$F_{dp} = K_п \ F_{dc}$$

Для сваи со стороной 25 см: $F_{dp} = 1.05*10.03 = 10.53$ тс.

Для сваи со стороной 30 см: $F_{dp} = 0.75*13.54 = 10.13$ тс.

Нормативную несущую способность НРС принимаем равной среднему арифметическому значению:

$$F_{dp} = (10.53 + 10.13) / 2 = 10.33 \text{ тс.}$$

Примечание

В таблице 2 обозначение характеристик грунтов соответствуют:

- плотность грунта — $R = \rho$
- плотность сухого грунта — $R_d = \rho_d$
- природная влажность — $W = w$
- коэффициент пористости — $EP = e$
- степень влажности — $S = S_r$
- число пластичности — $IP = I_p$
- показатель текучести — $IL = I_L$
- угол внутреннего трения — $F_1 = \varphi$
- удельное сцепление — $C = c$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

данных статического зондирования и радиоактивного каротажа

Таблица 2

Объект: Административное здание Дата измерения: 02.02.99 г.

Пикет: 2 Номер скважины: 2

H, m	R, г/см³	Rd, г/см³	W, д.е.	EP, д.е.	S, д.е.	IL, д.е.	IP, д.е.	E, мРа	Fi, град.	C, кРа	Вид грунта
1,0	1,72	1,44	0,19	0,86	0,59	0,14	0,07	8,8	20,4	15	насыпной
1,2	1,69	1,42	0,20	0,90	0,59	0,05	0,06	8,8	20,7	14	-"-
1,4	1,66	1,36	0,22	0,98	0,60	0,77	0,10	4,5	9,3	11	сугл. тпл.
1,6	1,66	1,35	0,22	0,99	0,61	0,77	0,10	4,4	8,9	11	-"-
1,8	1,67	1,38	0,21	0,95	0,60	0,77	0,10	4,6	10,0	11	-"-
2,0	1,70	1,39	0,23	0,94	0,65	0,63	0,10	5,5	11,8	13	сугл. мпл.
2,2	1,72	1,42	0,21	0,89	0,63	0,26	0,09	7,9	17,6	16	сугл. тпл.
2,4	1,70	1,36	0,25	0,97	0,69	0,64	0,11	5,2	10,3	13	сугл. мпл.
2,6	1,73	1,40	0,23	0,92	0,68	0,79	0,11	4,9	10,7	12	сугл. тпл.
2,8	1,73	1,39	0,25	0,94	0,70	0,79	0,11	4,8	10,0	12	-"-
3,0	1,73	1,39	0,24	0,93	0,69	0,79	0,11	4,9	10,4	12	-"-
3,2	1,74	1,42	0,23	0,90	0,69	0,80	0,11	5,2	11,4	13	-"-
3,4	1,76	1,44	0,22	0,87	0,69	0,80	0,10	5,5	12,4	13	-"-
3,6	1,78	1,47	0,21	0,83	0,68	0,73	0,10	6,3	14,4	14	сугл. мпл.
3,8	1,79	1,49	0,20	0,80	0,66	0,11	0,09	10,6	21,5	21	сугл. тгв.
4,0	1,80	1,52	0,19	0,77	0,66	0,03	0,13	12,5	21,8	31	-"-
4,2	1,82	1,53	0,19	0,76	0,68	0,05	0,13	13,0	21,8	33	-"-
4,4	1,82	1,55	0,18	0,74	0,65	0,05	0,13	13,3	22,2	33	-"-
4,6	1,82	1,54	0,18	0,75	0,66	0,06	0,14	13,2	21,9	34	-"-
4,8	1,82	1,52	0,20	0,77	0,69	0,11	0,15	12,5	20,5	34	-"-
5,0	1,83	1,54	0,19	0,75	0,69	0,15	0,14	12,4	20,6	33	-"-
5,2	1,83	1,53	0,20	0,76	0,71	0,62	0,11	8,3	17,2	19	сугл. мпл.
5,4	1,82	1,53	0,19	0,76	0,68	0,80	0,10	7,3	16,5	15	сугл. тпл.
5,6	1,83	1,55	0,18	0,73	0,67	0,23	0,05	10,2	23,6	13	супесь пл.
5,8	1,85	1,59	0,17	0,69	0,64	0,50	0,07	10,0	22,1	15	-"-
6,0	1,88	1,64	0,15	0,64	0,62	sandy	5,0	10,4	25,6	6	песок пыл.
6,2	1,95	1,72	0,13	0,57	0,64	-"-	2,8	25,4	35,0	3	песок мелк.
6,4	1,95	1,73	0,12	0,55	0,60	-"-	1,9	31,1	38,0	0	-"-
6,6	1,97	1,75	0,13	0,54	0,63	-"-	-0,2	42,8	44,1	0	песок ср. кр.
6,8	1,99	1,78	0,12	0,51	0,63	-"-	-1,6	51,7	46,6	0	-"-
7,0	1,99	1,77	0,13	0,52	0,66	-"-	-0,4	45,0	44,9	0	-"-
7,2	2,01	1,78	0,13	0,52	0,68	-"-	0,9	39,4	41,5	0	-"-
7,4	2,01	1,78	0,13	0,52	0,68	-"-	1,3	37,5	40,4	0	-"-
7,6	2,01	1,77	0,13	0,52	0,68	-"-	-6,0	72,5	46,3	0	песок кр.
7,8	2,01	1,77	0,13	0,52	0,68	-"-	-5,9	72,0	46,3	0	-"-

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

забивных свай по данным статического зондирования

Таблица 3

Глубина,	Предельное сопротивление (тс) забивной сваи квадратного сечения при стороне квадрата, см						
м	15	20	25	30	35	40	45
1,0	4,1	7,1	11,0	15,7	21,3	27,7	35,0
1,2	5,3	9,1	14,0	20,0	27,0	35,0	44,1
1,4	1,8	2,9	4,1	5,6	7,4	9,3	11,5
1,6	2,1	3,2	4,6	6,2	8,0	10,0	12,3
1,8	2,3	3,6	3,0	6,7	8,6	10,7	13,1
2,0	3,0	4,6	6,6	8,8	11,4	14,3	17,5
2,2	4,9	8,0	11,7	16,1	21,7	27,0	33,5
2,4	3,5	5,3	7,5	9,9	12,6	15,7	19,1
2,6	3,4	5,0	6,8	8,8	11,1	13,5	16,2
2,8	3,7	5,3	7,2	9,3	11,7	14,2	17,0
3,0	3,9	5,7	7,6	9,9	12,3	14,9	17,8
3,2	4,2	6,0	8,1	10,4	12,9	15,6	18,6
3,4	4,4	6,4	8,5	10,9	13,5	16,3	19,4
3,6	4,9	7,1	9,5	12,2	15,2	18,5	22,0
3,8	9,7	15,4	22,3	30,5	39,9	50,6	62,6
4,0	11,2	17,8	26,0	35,6	46,6	59,1	73,1
4,2	11,7	18,4	26,6	36,3	47,4	60,0	74,0
4,4	12,4	19,4	27,8	37,7	49,1	61,8	76,1
4,6	13,2	20,5	29,3	39,6	51,3	64,5	79,2
4,8	13,2	22,2	28,5	38,1	48,9	61,1	74,6
5,0	13,0	19,6	27,2	35,9	45,6	36,3	68,5
5,2	10,9	15,5	27,7	26,3	32,4	39,0	46,1
5,4	10,5	14,7	19,1	23,9	29,3	34,4	40,1
5,6	14,6	21,7	30,0	39,5	50,1	61,9	74,8
5,8	12,2	17,4	23,1	29,5	36,3	43,8	51,8
6,0	17,2	26,2	36,9	49,2	63,2	78,7	96,0
6,2	20,5	31,9	45,7	61,8	80,2	100,9	123,9
6,4	21,3	33,4	47,9	64,9	84,3	106,2	130,6
6,6	22,7	35,7	51,4	69,8	90,9	114,7	141,3
6,8	23,9	37,5	54,1	73,5	95,7	120,9	148,9
7,0	24,0	37,4	53,7	72,7	94,4	118,9	146,1
7,2	24,2	37,6	53,6	72,2	93,5	117,4	144,0
7,4	25,1	38,6	54,8	73,6	95,0	118,9	145,5
7,6	28,7	44,6	63,5	85,7	110,9	139,3	170,8
7,8	30,2	46,5	66,0	88,5	114,2	143,1	175,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЖУРНАЛ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ НРС

Объект (здание) _____

Наименование заказчика _____

Наименование подрядной организации _____

Наименование проектной организации _____

NN листов и шифр проекта _____

Начало производства работ _____

Окончание работ _____

Диаметр раскатчика _____

Марка механизма _____

№	№№ НРС	Темп. воздуха, t°C	Глубина раскатки, м		Соот. скважины	Отклонения от проекта	Материал сваи		Расход материалов		Армирование		Исполнители
			проектная	фактическая			проектный	фактический	проектный	фактический	проектное	фактическое	

Представители Подписи Должности

1. Подрядчика _____
2. Проектной организации _____
3. Геотехнической службы _____

Дата:

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСКАТКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН РС-250 УСТАНОВКОЙ НА БАЗЕ ПБУ-1 (УГБ-50М)

В ценах 1984 г.

Калькуляция № 1

сметной стоимости 1 маш.-час.

№ пп	Шифр	Наименование работ и затрат, единица измерения	Стоимость ед,, руб. $L \leq 3$ м всего / осн. з/пл.	$3 < L \leq 6$ м всего / осн. з/пл.
1	2	3	4	5
		1. Единовременные затраты		
1	Цен. м.-см п.1718, ан. бухучет	Перемещение техники на строительную площадку	0,06 0,02	0,06 0,02
2	То же	Монтаж и демонтаж	0,10 0,10	0,20 0,20
		2. Годовые затраты		
3	То же	Амортизационные отчисления, капитальный ремонт рабочего и сменного оборудования	3,34	3,70
		3.Эксплуатационные затраты		
4	То же	Затраты на зар/пл. Обслуживающего персонала (2 человека)	1,68 1,68	1,68 1,68
5	То же	Текущий ремонт машин	14,42 0,27	1,42 0,27
6	То же	Топливо дизельное - 11,2 кг	0,90	0,90
7	То же	Бензин - 8,19 кг	1,64	1,64
8	То же	Вода - 0,075 $м^3$	0,01	0,01
9	То же	Смазочные материалы	0,31	0,31
		ИТОГО:	22,48 2,07	22,92 2,09

Калькуляция № 2

на раскатку вертикальных скважин диаметром 250 мм

№ пп	Шифр	Наименование работ и затрат, единица измерения	Кол.	Стоим. ед, руб.		Затраты не занят. машин	рабочих обслуж. ч.час
				всего	эксплуат машин	обслуж.	машины
				основн. зар/пл.	в т.ч. зар/пл	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8
		Скважины глубиной до 3 м					
		1. Грунт I категории					
1	Хроном. Калк. № 1	Раскатка скважины п.м.	1	1,87	1,87 0,17	- 0,24	
		1. Грунт II категории					
2	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	3,14	3,14 0,29	-0,40	
		1. Грунт III категории					
3	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	5,62	5,62 0,52	- 0,72	
		1. Грунт IV категории					
4	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	7,49	7,49 0,69	- 0,97	
		Скважины глубиной более 3 м					
		1. Грунт I категории					
5	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	1,91	1,91 0,17	- 0,24	
		1. Грунт II категории					
6	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	3,21	3,21 0,29	- 0,41	
		1. Грунт III категории					
7	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	5,73	5,73 0,52	- 0,75	
		1. Грунт IV категории					
8	Хроном. Калк. № 1	То же п.м.	1	7,64	7,64 0,70	- 0,98	

Примечания:

1.При раскатке вертикальных скважин других диаметров применять коэффициенты:

d = 150 мм - K = 0,9; d = 200 мм - K = 0,95; d = 300 мм - K = 1,1.

2.При раскатке скважин с углом наклона α применять коэффициенты:

$20^\circ < \alpha \le 30^\circ$ - K = 1,1; $30^\circ < \alpha \le 45^\circ$ - K = 1,15; $45^\circ < \alpha \le 70^\circ$ - K = 1,2; $70^\circ < \alpha \le 90^\circ$ - K = 1,3.

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ УСТРОЙСТВА НРС

Требуется определить сметную стоимость устройства НРС при строительстве административного здания

Исходные данные

1. Характеристики грунтов приняты по Приложению 1 и отнесены к I категории
2. Район строительства - г. Липецк.
3. Территориальный район - 1
4. Накладные расходы - 19,3 %.
5. Плановые накопления - 8 %
6. Обоснование стоимости местных строительных материалов - Сборник цен на местные строительные материалы по Липецкой области
7. Рассмотрены два варианта:
   заполнение скважины бетоном;
   заполнение скважины шлаковым щебнем;

Наим. объекта: Административное здание

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №

на устройство бетонных НРС

Основание:

Сметная стоимость *4,080 тыс. руб.*

Сметная стоимость на 1 погонный метр сваи *4,50 руб.*

Нормативная трудоемкость чел.час.

Составлена в ценах 1984 г.

Сметная заработная плата *тыс. руб.*

№ п/п	Шифр	Наименование работ и затрат, единица измерения	Колич.	Стоимость единицы руб.		Общая стоимость работ руб.			Затраты рабочих, чел.-час, не занятых обслуживанием машин	
				всего основной заработн. платы	эксплуат. машин в том чис. заработн. платы	ВСЕГО	основной зарплаты	эксплуат. машин в том чис. заработн. платы	обслуживающих маш. на единицу	обслуживающих маш. всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Калык. п.4	Раскатка скважин Д=250 мм, м длиной 3м. в грунте I категор.	906,00	1,87	1,87 0,17	1 694		1 694 154	0,24	217
2	6-5	Заполнение скважин бетоном с установкой м3 каркасов	45,80	31,60 2,45	0,37 0,11	1 447	112	17 5	4,50 0,16	206 7
3	С124-3	Стоимость арматуры кл. А III т	5,30	4,87		25				
		ИТОГО 1:				3 166	112	1 711		206
								159		226
		Накладные расходы 19,3%				*611*				
		ИТОГО С НАКЛАДНЫМИ:				*3 777*				
		Плановые накопления 8%				*302*				
		ВСЕГО :				*4 080*	*112*	*1 711*		*206*
								159		*225*

Наим. объекта: Административное здание

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №

на устройство шлаковых НРС

Основание:

Сметная стоимость 2,277 тыс. руб.

Сметная стоимость 1 погонный метр сваи 2,51 руб.

Нормативная трудоемкость чел.час.

Составлена в ценах 1984 г. Сметная заработная плата тыс. руб.

№ п/п	Шифр	Наименование работ и затрат, единица измерения		Колич.	Стоимость единицы руб.		Общая стоимость работ руб.			Затраты рабочих, чел.-час, не занятых обслуживанием машин	
					всего основной заработн. платы	эксплуат. машин в том числ. заработн. платы	ВСЕГО	основной зарплаты	эксплуат. машин в том числ. заработн. платы	обслуживающих маш. на единицу	обслуживающих маш. всего
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11
1	Калык. п.4	Раскатка скважин Д=250 мм, длиной 3м. в грунте I категор.	м	906,00	1,87	1,87 0,17	1 694		1 694 154	0,24	217
2	4-331	Заполнение скважин шлаком	$10м^3$	5,78	6,32 6,32		37	37		92,70	536
3	ЗСЦ	Стоимость шлака фракции 20 - 40 мм (АО НЛМК)	$10м^3$	5,78	4,67		27				
		ИТОГО 1:					1 767	37	1 694		536
									154		217
		Накладные расходы 19,3%					*341*				
		ИТОГО С НАКЛАДНЫМИ:					*2 108*				
		Плановые накопления 8%					*169*				
		ВСЕГО :					*2 277*	*37*	*1 694*		*536*
									154		*217*

gost.e-ecolog.ru