МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЛОЦЕМЕНТНЫХ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

РД 31.31.29—82

МОСКВА·В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1983

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИЛОЦЕМЕНТНЫХ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

РД 31.31.29—82

МОСКВА В/О «МОРТЕХИНФОРМРЕКЛАМА»
1983

Руководство по проектированию илоцементных оснований и фундаментов портовых сооружений. РД 31.31.29—82. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1983. — 16 с.

РАЗРАБОТАНО: ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений имени Н. М. Герсеванова Госстроя СССР
Зав. лабораторией химического закрепления грунтов
д-р техн. наук *Ржаницын Б. А.*
Руководитель темы
д-р техн. наук *Горбунов Б. П.*
Научный консультант д-р техн. наук
Соколович В. Е.
Ответственный исполнитель
ст. науч. сотр. *Мотузов Я. Я.*
Исполнитель
мл. науч. сотр. *Зайцева Л. М.*
Исполнитель
ст. инж. *Горлов В. С.*
Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта (Союзморниипроект)
Руководитель темы
д-р техн. наук *Довгаленко А. Г.*
Ленинградским институтом водного транспорта (ЛИВТ)
Руководитель темы
канд. техн. наук *Котов А. И.*
Исполнитель
ст. препод. *Баснин Ю. А.*

УТВЕРЖДЕНО: Зам. директора по научной работе Союзморниипроекта
д-р техн. наук *Костюков В. Д.*
Директор НИИОСПа
канд. техн. наук *Федоров Б. С.*

© В/О «Мортехинформреклама», 1983.

Руководство по проектированию илоцементных оснований и фундаментов портовых сооружений	РД 31.31.29—82 Вводится впервые

Распоряжением главного инженера института «Союзморниипроект» от 4 марта 1982 г. № 14 срок введения в действие установлен с 1 мая 1982 г.

РД распространяется на проектирование и инженерно-геологические изыскания для устройства свайных оснований и предпостроечного укрепления оснований, сложенных илами (слабыми водонасыщенными глинами), путем устройства илоцементных свай.

РД распространяется на разработку проектов образования портовых территорий, укрепления оснований подкрановых путей, отдельных портовых зданий и сооружений, различного вида дорог, проходящих по территориям, сложенным илами текучей и текучепластичной консистенции.

РД не распространяется на производство работ по устройству илоцементных свай под водой, а также на проектирование комбинированных оснований, включающих, кроме илоцементных, и другие типы свай, шпунт и т. п.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ОБ ИЛОЦЕМЕНТЕ И ИЛОЦЕМЕНТНЫХ СВАЯХ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Илоцемент — камнеподобный материал, получаемый смешиванием в определенных пропорциях ила с цементом.

1.2. Илоцементные сваи образуют по месту строительства, без выемки ила на поверхность, посредством станков вращательного бурения при подаче цементного раствора через буровые трубы к специальному рабочему органу, обеспечивающему надежное перемешивание ила с непрерывно поступающим в грунт раствором.

1.3. Илоцементные сваи в зависимости от свойств грунтов, в которые заделываются их нижние концы, подразделяются на сваи-стойки и висячие сваи.

1.4. Нагрузки на илоцементные сваи (в том числе от транспортных средств) должны передаваться через распределительный грунтовый слой. При проектировании фундаментов из илоцементных свай следует руководствоваться п. 1.2. главы СНиП II-17—77.

1.5. В морских илах илоцементные сваи рекомендуется изготавливать лишь на сульфатостойком цементе после предварительно установленной в лаборатории дозировки цемента, называемой цементогрунтовым отношением (*Ц/И*), представляющим собой отношение массы цемента к массе ила естественной влажности.

1.6. Консистенцию подаваемого в ил раствора цемента определяет водоцементное отношение ($В/Ц$), представляющее собой отношение массы воды к массе цемента.

1.7. Наиболее общим показателем, характеризующим условия образования илоцементного камня, является водотвердое отношение ($В/Т$), представляющее собой отношение массы всей воды, участвующей в образовании илоцементного камня, к массе скелета грунта и цемента при влажности водонасыщенного ила W, выраженной в долях единицы. Водотвердое отношение определяют по формуле

$$B/T=\frac{W+(1+W)\ (В/Ц)}{1+(1+W)\ (Ц/И)}. \qquad (1)$$

1.8. Кроме приведенных выше технологических показателей ($Ц/И$, $В/Ц$ и $В/Т$), закрепляемость илов оценивают по пределу прочности илоцементных образцов, испытываемых в семи- и двадцативосьмидневном возрасте хранения их во влажной среде в количестве не менее трех одинаковых образцов.

1.9. Коррозионную стойкость илоцемента следует определять в соответствии с положениями Руководства по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах (М., 1975), а также главы СНиП II-28—73.

1.10. Илоцементные сваи следует применять только в илах, устойчиво закрепляющихся портландцементом, вводимым в грунт в виде водного цементного раствора.

Закрепляемость подстилающих илы грунтов, в которые заглубляются нижние концы висячих свай, должна быть не ниже таковой для вышерасположенных илов.

1.11. Опирание свай-стоек на несжимаемый грунт осуществляется заделкой пяты сваи в этот слой на глубину не менее 0,5 м, а в случае невозможности этого — обогащением зоны контакта сваи с грунтом закачкой закрепляющего раствора в количестве, соответствующем объему раствора, необходимого для изготовления сваи длиной 0,5 м.

1.12. Длина заделки нижних концов висячих свай в сжимаемые нескальные подстилающие ил грунты должна быть не менее чем на 1,0 м больше рассчитанной по главе СНиП II-17—77.

1.13. Применение илоцементных свайных фундаментов допускается в непосредственной близости от существующих зданий и сооружений, а также внутри действующих цехов.

1.14. Применение илоцементных свай недопустимо в следующих случаях:

а) при расположении свай в зоне сезонного замораживания-оттаивания;

б) при угле наклона равнодействующей внешних нагрузок относительно оси сваи, превышающем 6°;

в) при динамических нагрузках, не погашаемых распределительным слоем.

1.15. В основу проекта укрепления илоцементными сваями основания, сложенного илами, должны быть положены результаты:

а) инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий;

б) исследований грунтов на закрепляемость и илоцемента на прочность при одноосном сжатии, а также коррозионную стойкость по отношению к вмещающим сваи грунтам и грунтовым водам;

в) испытаний свай вертикальной нагрузкой.

1.16. На стадии схемы развития допускается разработка проекта укрепления основания, сложенного илами, без статических испытаний свай, а только по результатам лабораторных исследований грунтов на закрепляемость (п. 2.4). Однако при этом необходима последующая корректировка проекта на стадии рабочей документации с учетом результатов статических испытаний свай.

1.17. Рабочая документация по укреплению илоцементными сваями сложенного илами основания должна содержать:

а) планы и разрезы свайного основания по характерным осям с указанием размеров и отметок с расчетными схемами и нагрузками;

б) конструктивное решение оголовков свай и распределительного грунтового слоя (распределительных грунтовых подушек);

в) указания о расчетной несущей способности свай для каждого из объектов применительно к требованиям СНиП II-17—77;

г) инженерно-геологические и гидрогеологические условия и характеристики грунтов в естественном и закрепленном состоянии;

д) количество и места расположения свай, подлежащих контрольным испытаниям;

е) технологические карты, содержащие указания по технологии и организации работ, в том числе рекомендации по проходке перекрывающего илы слоя, формированию оголовков свай, устройству сопряжений концов свай с несущим слоем и т. п.

Примечание. Составление проекта укрепления сложенного илами основания на стадии рабочей документации производится с учетом технических и организационных возможностей изготовления илоцементных свай.

1.18. Проект укрепления сложенного илами основания илоцементными сваями подлежит согласованию с Научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений имени Н. М. Герсеванова Госстроя СССР, представители которого, как правило, должны осуществлять авторский надзор.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.1. При определении состава и содержания инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий следует руководствоваться соответствующими требованиями главы СНиП II-17—77, общих положений и инструкций по инженерным изысканиям в строительстве, а также ведомственными документами по данному вопросу.

2.2. Число разведочных скважин должно быть достаточным для определения мощности илов, границ их распространения, наличия и мощности линз и прослоек других грунтов на участке строительства. Особое внимание должно быть уделено выявлению в толще илов и перекрывающих слоев грунта линз и прослоек, которые могут оказаться труднопроходимым рабочим органом для изготовления илоцементных свай (крупнообломочные грунты, «культурный слой» с крупными включениями и т. п.).

В случае применения висячих свай глубина скважин должна обеспечивать изучение грунтовых напластований до отметки, соответствующей глубине активной зоны, т. е. условию $\delta_{доп}=0{,}1\delta_{быт}$, где $\delta_{доп}$ — дополнительные напряжения в основании; $\delta_{быт}$ — бытовые напряжения от вышележащей толщи грунтов.

В случае применения свай-стоек, опирающихся на нескальные грунты, скважины должны быть заглублены в несущий слой не менее чем на 1,5 м, а в скальные несжимаемые грунты — не менее чем на 0,5 м.

2.3. Для определения закрепляемости грунтов и проверки их коррозионной стойкости в закрепленном состоянии при бурении скважин производится отбор проб грунта нарушенного сложения с сохранением естественной влажности в пределах напластований, пересекаемых сваями. Пробы грунта отбирают из каждой грунтовой разности, но не реже чем через 1,0 м проходки. Масса каждой пробы грунта должна быть достаточной для изготовления необходимого количества образцов илоцемента (как правило, не менее 5,0 кг). Изготовление лабораторных образцов илоцемента должно производиться по возможности сразу же после отбора проб грунта, и во всяком случае не позднее одного месяца после отбора, при условии сохранения первоначальной влажности грунта.

2.4. Закрепляемость грунта характеризуется прочностью образцов илоцемента (грунтоцемента — для нижней части висячих свай) влажного хранения на сжатие при одноосном раздавливании ($R_{сж}$) в возрасте 28 сут.

Для предварительной оценки закрепляемости грунтов допускается испытывать образцы илоцемента (грунтоцемента) в возрасте 7 и 14 сут. Образцы илоцемента рекомендуется изготавливать цилиндрической формы диаметром не менее 40 мм при отношении высоты к диаметру 1,5. В качестве расчетного значения прочности принимается среднее арифметическое результатов испытания не менее чем пяти одинаковых образцов при исключении из рассмотрения наименьшего и наибольшего результатов.

2.5. Испытания свай осевой сжимающей нагрузкой и интерпретация их результатов впредь до разработки специальных указаний производятся в соответствии с ГОСТ 5686—78 и СНиП II-17—77. Количество испытываемых свай назначается проектной организацией по согласованию с разработчиками. При отсутствии специальных исследовательских целей испытанию подвергаются сваи, изготовленные по типовой производственной технологии, принятой для данного объекта.

3. РЕЦЕПТУРА ИЛОЦЕМЕНТА

3.1. Рецептура илоцемента, т. е. состав закрепляющего раствора и его количество на 1 м³ объема сваи, устанавливается для конкретных объектов путем сравнительных лабораторных исследований и технико-экономических расчетов. При установлении рецептуры илоцемента необходимо учитывать назначение сооружения, нагрузки, гидрогеологические и прочие условия. Окончательная рецептура санкционируется разработчиками способа, после чего производятся определение расчетных характеристик илоцемента и расчет несущей способности свай.

3.2. В первом приближении может быть рекомендована следующая рецептура илоцемента: от 160 до 250 кг портландцемента марки 400—500 на 1 м³ объема сваи, вводимого в грунт в виде цементного раствора с водоцементным отношением 0,5—0,6.

При сульфатной агрессии среды рекомендуется применение сульфатостойкого портландцемента при повышенном его содержании (200—270 кг на 1 м³ объема сваи). В этом случае рекомендуется применение также специальных конструкторско-технологических мероприятий, направленных на повышение коррозионной стойкости илоцемента как такового и основания в целом.

3.3. Специальными исследованиями, выполненными для конкретных условий (низкая температура окружающего сваю грунта, повышенная агрессивность грунтовых вод и т. п.), может быть установлена целесообразность применения особых рецептур илоцемента, предусматривающих применение специальных видов цемента, модифицирующих добавок.

3.4. Под сооружения, срок службы которых составляет менее двух лет, илоцементные сваи могут быть изготовлены на обычном портландцементе марки не ниже 400.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ ГРУЗОВЫХ ПЛОЩАДОК

4.1. К грузовым площадкам относятся зоны кратковременного и длительного складирования различных грузов, в том числе тыловые зоны причалов, контейнерных терминалов и т. п.

4.2. Основания грузовых площадок, сложенные слабыми грунтами типа илов и укрепленные илоцементными сваями, представляют собой поле свай, покрытое поверх их голов грунтовым (песчаным) распределительным слоем.

4.3. Илоцементные сваи следует рассчитывать на действие следующих нагрузок: от массы складируемых грузов, контейнеров, массы распределительного слоя и покрытия и собственной массы свай.

Примечания. 1. Допускается не учитывать нагрузки, обусловленные отрицательным трением, т. е. массой окружающего сваи грунта, а также, вследствие их малости, нагрузки от кабелей, трубопроводов и прочих коммуникаций, лежащих в распределительном слое.

2. Нагрузки от собственной массы илоцементных свай, находящихся ниже уровня грунтовых вод, следует определять с учетом гидростатического взвешивания.

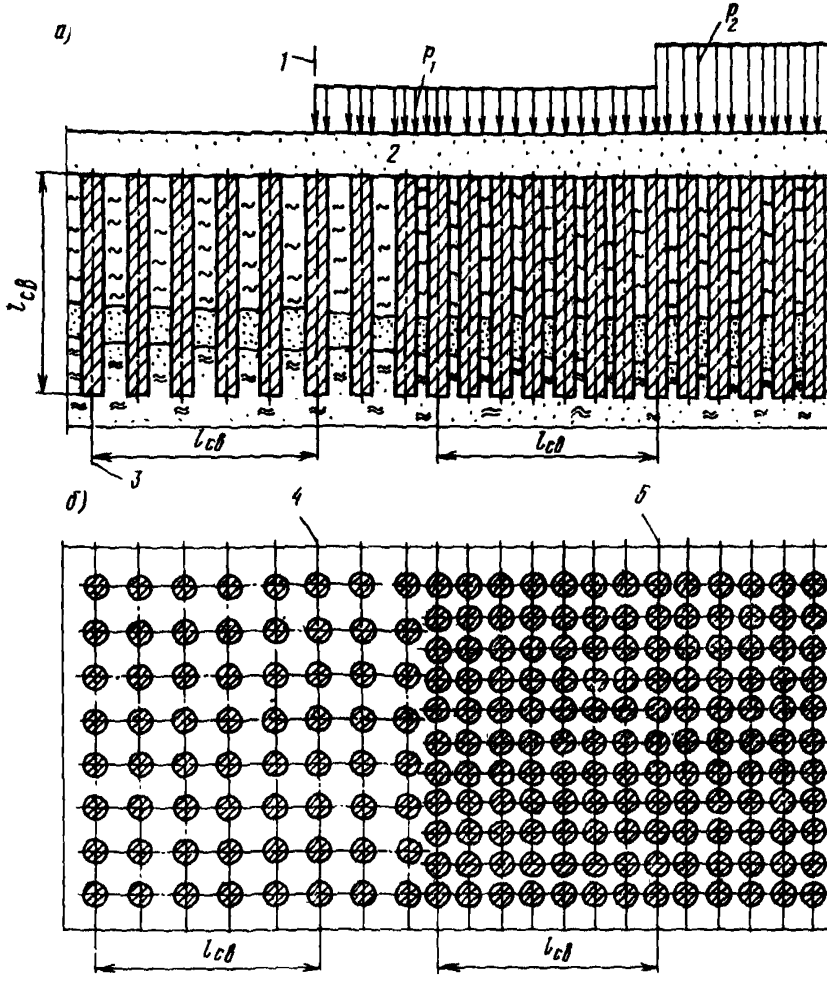

Рис. 1. Относительное расположение границ зон действующих нагрузок и свайных полей с различной несущей способностью:

а — поперечный разрез; *б* — план; *1* — внешняя граница грузовой площадки; *2* — распределительный слой; *3* — ось внешнего ряда свай; *4* и *5* — границы зон расчетных нагрузок (соответственно P_1 и P_2)

4.4. Если грузовая площадка имеет зоны с различными расчетными нагрузками P_1 и P_2, то границы зон закрепляемого основания с бо́льшими нагрузками смещаются в пределы зон меньших нагрузок на расстояние, равное длине сваи $L_{св}$ (глубине ее заложения) или превышающее ее. Эта рекомендация распространяется и на внешнюю границу грузовой площадки (рис. 1).

Примечание. Несущую способность свайного поля, имеющего зоны с различной расчетной нагрузкой, рекомендуется регулировать путем изменения шага сетки свай одинакового диаметра и длины. Не рекомендуется использование в пределах одной строительной площадки свай различных диаметров.

4.5. Распределительный слой выполняется из грунта с углом внутреннего трения $\varphi \geqslant 30°$, не ухудшающего свои механические свойства в конкретной гидрогеологической обстановке (различные песчано-гравийные грунты, горная масса и т. п.).

Примечание. Толщина распределительного слоя назначается не менее 2,0 м с учетом:

а) проектных требований по образованию территории грузовой площадки;

б) расположения в нем кабелей, коллекторов и прочих коммуникаций;

в) гидрогеологических, геологических и производственных условий, отметок кровли удовлетворительно закрепляющихся грунтов, особенностей принятого способа производства работ и т. п.

4.6. Длина свай назначается в зависимости от геологического строения участка. При наличии нескальных грунтов с незначительными деформациями на глубине, не превышающей технических возможностей применяемых агрегатов для изготовления свай, пяты свай заделываются в кровлю этих грунтов в соответствии с п. 1.12. При опирании свай на нескальные (сжимаемые) грунты длина свай определяется технико-экономическим сравнением вариантов с последующим полевым испытанием опытных свай статическими нагрузками.

4.7. Диаметр свай устанавливают на основании технико-экономических расчетов и с учетом возможностей агрегата, применяемого для изготовления свай в конкретных инженерно-геологических условиях, и уточняют опытными работами на площадке. Рекомендуется применять сваи диаметром от 0,6 до 1,0 м.

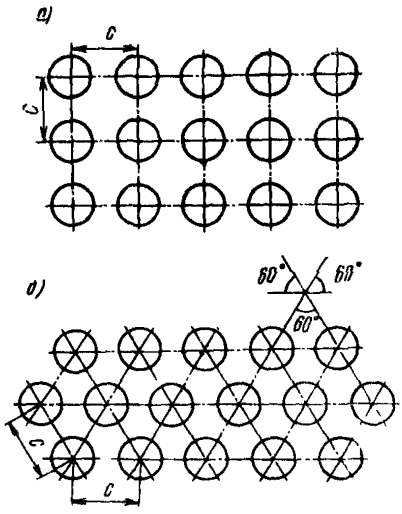

Рис. 2. Схемы расположения в плане илоцементных свай: *а* — по квадратной сетке; *б* — по треугольной сетке

4.8. Илоцементные сваи в пределах укрепляемых зон, определенных проектом, следует размещать в плане равномерно с учетом требований п. 4.4 по квадратной или треугольной сетке (рис. 2). Диаметр свай и шаг *c* сетки следует определять расчетом на основании требований пп. 4.7—4.13.

4.9. Оголовки свай формируются в виде капителей-уширений, сплошной плиты или балок (рис. 3) из избытка илоцемента, получаемого в процессе изготовления свай. Форма оголовка уточняется

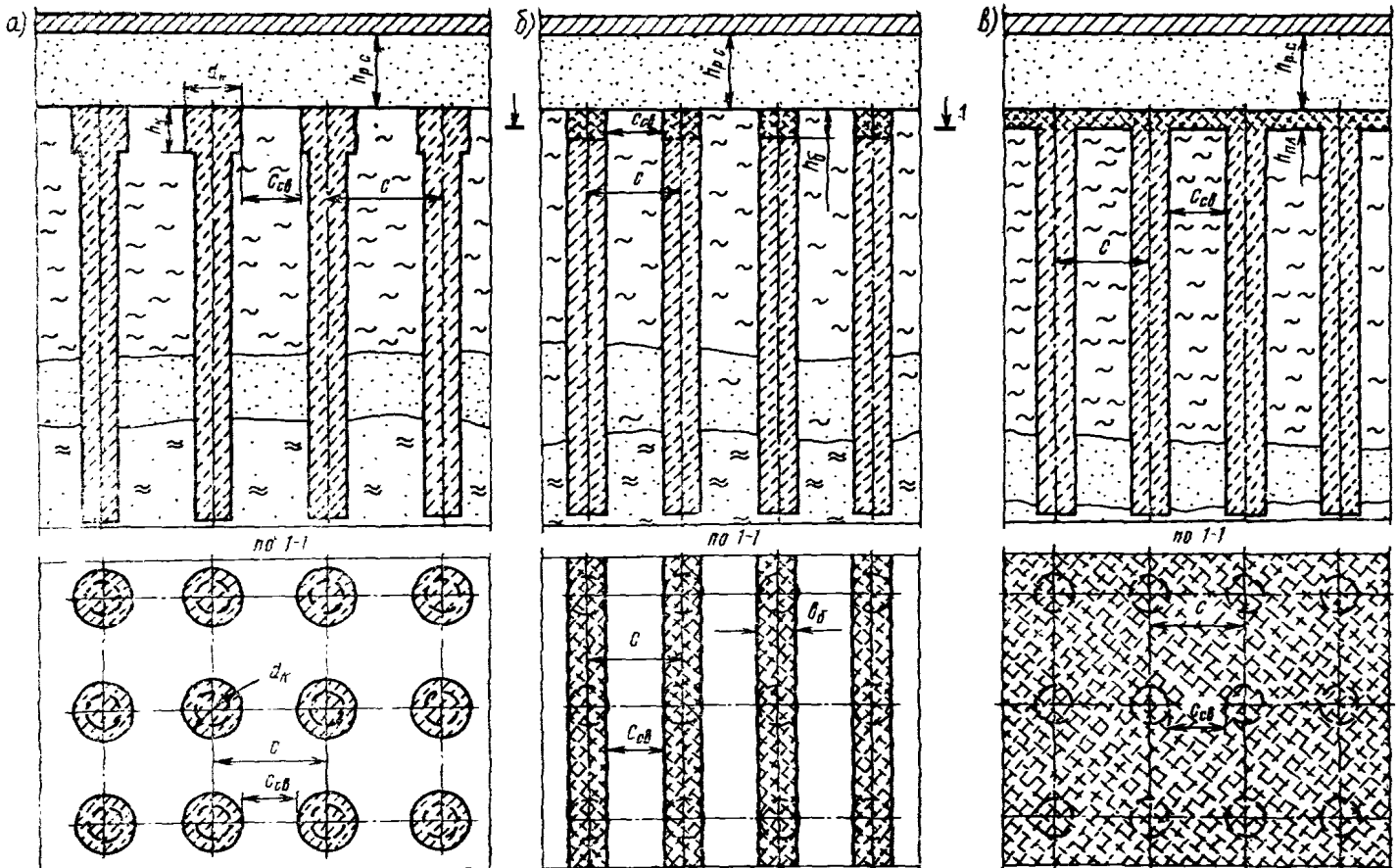

Рис. 3. Схемы устройства оголовков свай в виде:
а — капителей; *б* — балок; *в* — плиты

в зависимости от способа проходки перекрывающего ил слоя, инженерно-геологических условий, уровня грунтовых вод и т. п. Объем избытка илоцемента уточняется в процессе производства работ: ориентировочно он составляет 50—80% объема закачиваемого в грунт закрепляющего раствора.

4.10. Наибольшее расстояние $C_{св}$ между сваями в свету в верхней части свай определяется исходя из следующих условий (см. рис. 3).

Для свай с капителями или балками

$$C_{св} \leqslant d_к;$$

$$C_{св} \leqslant b_б;$$

$$C_{св} \leqslant h_{р.с},$$

где $d_к$ — диаметр капители, м;
$b_б$ — ширина балки, м;
$h_{р.с}$ — толщина распределительного слоя, м.

Для свай с плитой

$$C_{св} \leqslant 2h_{пл},$$

где $h_{пл}$ — толщина плиты, м.

Однако во всех случаях $C_{св} \leqslant 1{,}0$ м.

4.11. Поле илоцементных свай-стоек и висячих свай в основании грузовых площадок подлежит расчету только на вертикальную нагрузку. Для фундамента (основания) из висячих свай согласно указаниям СНиП II-17—77 обязательна проверка напряжений в уровне острия.

4.12. Расчетная вдавливающая нагрузка N, передаваемая на сваи, определяется следующей формулой:

$$N = P_п + P_{р.с} + G, \qquad (2)$$

где $P_п$ — усилие от полезной нагрузки, Н;
$P_{р.с}$ — усилие от массы распределительного слоя и покрытия, Н;
G — усилие от собственной массы сваи, Н.

При квадратной сетке расположения свай

$$P_п + P_{р.с} = (p + h_{р.с}\gamma_{р.с})\, c^2. \qquad (3)$$

При треугольной сетке расположения свай

$$P_п + P_{р.с} = (p + h_{р.с}\gamma_{р.с})\, 0{,}86c^2, \qquad (4)$$

где p — интенсивность полезной нагрузки, Па;
$h_{р.с}$ — толщина распределительного слоя вместе с покрытием, м;
$\gamma_{р.с}$ — осредненный удельный вес грунта распределительного слоя и покрытия, Н/м^3.

Усилие G определяется следующей формулой:

$$G = 0{,}785 d^2 L_{св} \gamma + G_0, \tag{5}$$

где d — диаметр сваи, м;
$L_{св}$ — длина цилиндрического ствола сваи, м;
γ — осредненный удельный вес материала сваи, Н/м³;
G_0 — собственная масса оголовка сваи (капители, балки, плиты), Н.

4.13. Рассчитывать илоцементные сваи на несущую способность Ф следует по общей зависимости (п. 4.3 СНиП II-17—77):

$$N \leqslant \frac{\Phi}{K_н} = P, \tag{6}$$

где $K_н$ — коэффициент надежности;
P — допускаемая расчетная сосредоточенная нагрузка на сваю, Н.

В случае, если несущая способность Φ определена по результатам статических испытаний сваи, $K_н = 1{,}25$, а при определении расчетом $K_н = 1{,}4$.

4.14. Несущую способность Φ сваи рекомендуется определять по результатам статических испытаний осевой вдавливающей нагрузкой не ранее чем через 28 сут после изготовления сваи. С учетом конкретных сроков загружения илоцементных свай по согласованию с проектной организацией испытания могут выполняться через 60 или 90 сут после изготовления свай. При проведении испытаний по стандартной методике (ГОСТ 5686—78) значение Φ принимается равным половине разрушающей нагрузки.

Примечание. При использовании свай-стоек значение Φ разрешается определять в первом приближении по результатам лабораторных определений прочности илоцементных образцов на одноосное сжатие ($R_{сж}$) в возрасте не менее 28 сут по формуле

$$\Phi = 0{,}5 \cdot 0{,}785 d^2 R_{сж} \approx 0{,}4 d^2 R_{сж}. \tag{7}$$

4.15. Осадка $S_п$ покрытия грузовой площадки определяется по формуле

$$S_п = S_{р.с} + S_{св} + S_0, \tag{8}$$

где $S_{р.с}$ — осадка покрытия вследствие уплотнения распределительного слоя, м;
$S_{св}$ — осадка покрытия вследствие укорочения ствола сваи, м;
S_0 — осадка грунта под пятой сваи, м.

Примечания. 1. Осадка в результате уплотнения распределительного слоя определяется в соответствии с указаниями СНиП II-15—74.

2. Осадка грунта ниже острия свай определяется как для условного массивного фундамента с учетом средневзвешенного значения угла внутреннего трения пересекаемых сваей грунтов. В пределах мощности глинисто-суглинистых илов принимается $\varphi = 0$. Для свай-стоек значение $S_0 = 0$.

3. Осадка в результате укорочения ствола сваи определяется по формуле

$$S_{св} = \frac{NL_{св}}{0{,}785d^2E}, \qquad (9)$$

где E — модуль общей деформации материала сваи в 28-суточном возрасте, МПа.

Значение E определяют путем лабораторных исследований. При отсутствии таковых в первом приближении для материала с прочностью до 1,5 МПа можно принимать $E = 1 \cdot 10^3$ МПа, а для материала с прочностью выше 1,5 МПа значение $E = 1{,}5 \cdot 10^3$ МПа.

4. При наличии результатов статических испытаний свай-стоек осевой сжимающей нагрузкой осадку от укорочения ствола сваи допускается определять по формуле

$$S_{св} = 1{,}5S_N, \qquad (10)$$

где S_N — осадка головы сваи, соответствующая нагрузке N в процессе стандартных испытаний по ГОСТ 5686—78.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ, СКЛАДСКИХ И ПРОЧИХ СООРУЖЕНИЙ

5.1. Настоящим РД регламентировано проектирование фундаментов, нагрузки от которых передаются на илоцементные сваи через распределительный слой (см. п. 4.5).

Примечание. Укрепление слабых грунтов в основании зданий и сооружений илоцементными сваями должно обеспечить возможность возведения зданий и сооружений с типовыми фундаментами, рассчитанными на применение в нормальных грунтовых условиях (тугопластичные глины и суглинки, плотные пески и т. п.). Не рекомендуется применение висячих илоцементных свай для конструкций, чувствительных к неравномерным осадкам.

5.2. Очертание зоны укрепления слабого основания илоцементными сваями повторяет очертание фундаментов с учетом действия нагрузки распределительного слоя. Распределение нагрузок в пределах этого слоя допускается под углом 45°.

Примечание. При относительно плотном расположении столбчатых или ленточных фундаментов здания (сооружения) в плане, когда расстояние между ними в свету не превышает $2h_{р.с}$, рекомендуется применение поля свай под зданием (сооружением).

5.3. Толщина распределительного слоя зависит от назначения здания (сооружения), геологического строения участка (в частности, от положения кровли удовлетворительно закрепляющихся грунтов), способа устройства оголовков свай. Максимальное значение $h_{р.с}$ настоящим РД не ограничивается, а минимальное — определяется исходя из расстояний $C_{св}$ между сваями в свету.

Для свай с капителями или балками (см. рис. 3 *а* и *б*)

$$h_{р.с} \geqslant 0{,}7C_{св}.$$

Для свай с плитой (см. рис. 3,*в*)

$$h_{р.с} \geqslant 0{,}5C_{св},$$

однако во всех случаях $h_{р.с} \geqslant 0{,}5$ м.

Подошва распределительного слоя должна располагаться ниже границы сезонного промерзания грунта.

Примечание. При зоне, укрепленной четырьмя рядами илоцементных свай и менее, рекомендуется устраивать оголовки свай в виде плиты. При большей ширине допускается применение других способов устройства оголовков.

5.4. В укрепляемой зоне сваи располагаются по подошве фундамента в соответствии с огибающей контактных эпюр, определенной действием распределительного слоя (см. п. 5.2). В зависимости от очертания фундамента в плане и характера нагрузок возможно расположение свай прямыми, косыми, концентрическими рядами и кустами. Минимальное число свай под отдельным фундаментом — четыре.

5.5. Наименьшее расстояние между сваями не регламентировано: допускается касание свай по образующим и образование при этом сомкнутых рядов и псевдосплошных массивов. Наибольшее расстояние между сваями в свету в верхней части устанавливается в соответствии с п. 5.4 и с соблюдением следующих условий (обозначения те же, что в п. 4.10):

для свай с капителями

$$C_{св} \leqslant 0{,}5 d_к;$$

для свай с балками

$$C_{св} \leqslant 0{,}5 b_б;$$

для свай с плитой

$$C_{св} \leqslant 1{,}5 h_{пл}.$$

5.6. Расчетная нагрузка N на сваю, работающую в группе свай под одиночным фундаментом или температурно-осадочной секцией сплошного или ленточного фундамента, при условии соблюдения принципа равнонагруженности определяется по формуле

$$N = \frac{P_{огиб} + P_{р.с}}{n} + G, \qquad (11)$$

где $P_{огиб}$ — расчетная внешняя сосредоточенная нагрузка от фундамента, равная объему огибающей контактной эпюры, Н;

$P_{р.с}$ — масса распределительного слоя, приходящаяся на рассматриваемую группу свай, Н;

n — число свай под фундаментом;

G — собственная масса сваи, определяемая согласно п. 4.12, Н.

5.7. Расчет свай на несущую способность производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в пп. 4.13 и 4.14.

5.8. Расчет деформаций свайного основания выполняется в соответствии со СНиП II-17—77 и п. 4.15 настоящего РД.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ

6.1. Настоящий РД распространяется на проектирование оснований путей портальных, башенных, мостокабельных и прочих кранов, передвигающихся по путям, расположенным на отметке планировки территории. Укрепление слабых грунтов в основании подкрановых путей должно обеспечить их возведение без применения каких-либо специальных конструктивных элементов, т. е. на типовом шпально-балластном основании.

Примечание. Не допускается возведение подкрановых путей на основании из илоцементных свай при низкой закрепляемости грунтов, характеризуемой прочностью на сжатие при одноосном раздавливании меньше 1,0 МПа в возрасте 28 сут.

6.2. Рекомендуемый тип искусственного основания — ряд илоцементных свай с оголовками в виде сплошной плиты. Для кранов с однорельсовыми тележками рекомендуется располагать сваи двумя продольными рядами (под каждую нитку путей) с относительным смещением или без смещения свай в рядах (рис. 4). Тип основания для тяжелых кранов с двухрельсовыми тележками устанавливается на основании технико-экономического сравнения вариантов по согласованию с организациями-разработчиками.

Примечание. В конце подкрановых путей свайный ряд должен быть выдвинут за пределы рабочей длины путей, ограниченных упорами, на расстояние, равное трем расстояниям между осями смежных свай.

6.3. Толщина балластного слоя должна быть не менее 0,4 м от подошвы шпал до оголовков свай. Материал балластного слоя настоящим РД не регламентирован, его устанавливают по соответствующим нормативным документам по проектированию подкрановых путей.

6.4. Для кранов с однорельсовыми тележками (рельс уложен на полушпалы) рекомендуется применение свай диаметром до 0,8 м. Расстояние между сваями в свету в продольном и поперечном направлениях должно удовлетворять следующим условиям (см. рис. 4):

$$C_{св} \leqslant h_б;$$

$$C_{св} \leqslant 0{,}5d,$$

где $h_б$ — толщина балки.

Наименьшее расстояние между сваями в свету не регламентировано: при низкой закрепляемости грунта и значительных нагрузках допускается касание смежных свай.

6.5. Расчетным элементом основания l является группа свай в пределах протяженности зоны воздействия двух условно сомкнутых крановых тележек с учетом распределяющего действия балластного слоя. Действие нагрузок от точки опоры крайнего катка до подошвы балластного слоя принимается под углом 45° (рис. 5). Распределяющее действие оголовков илоцементных свай не учитывается.

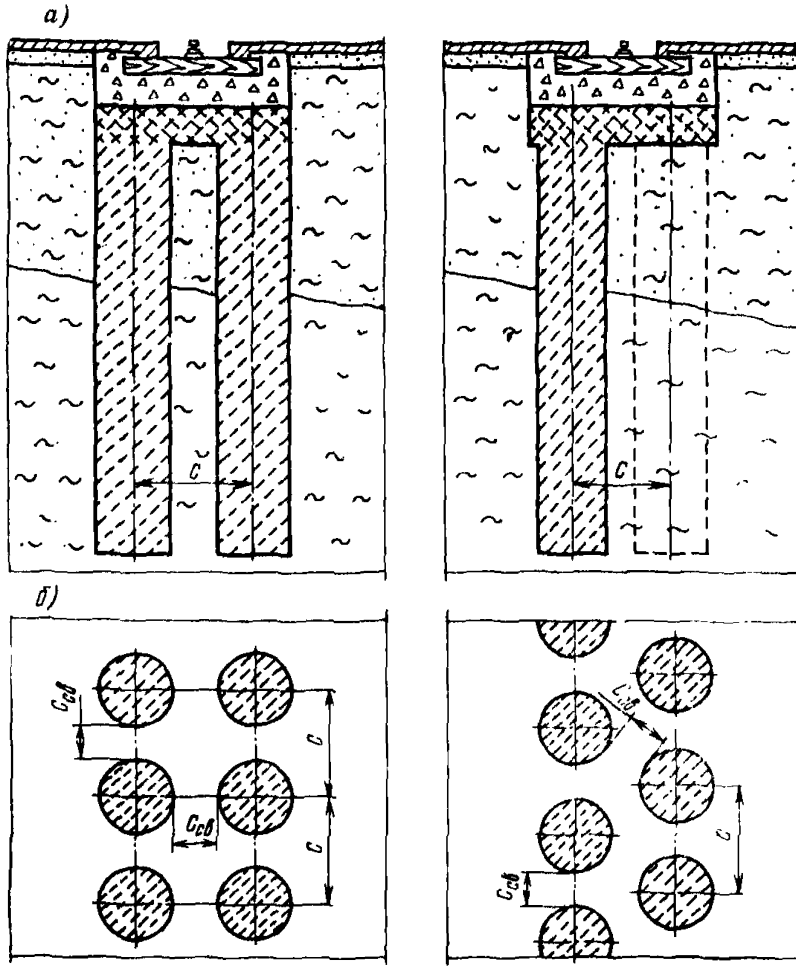

Рис. 4. Схемы подкрановых путей на илоцементных сваях (слева — без относительного смещения свай в рядах, справа — с относительным смещением свай в рядах):
а — поперечный разрез; *б* — план

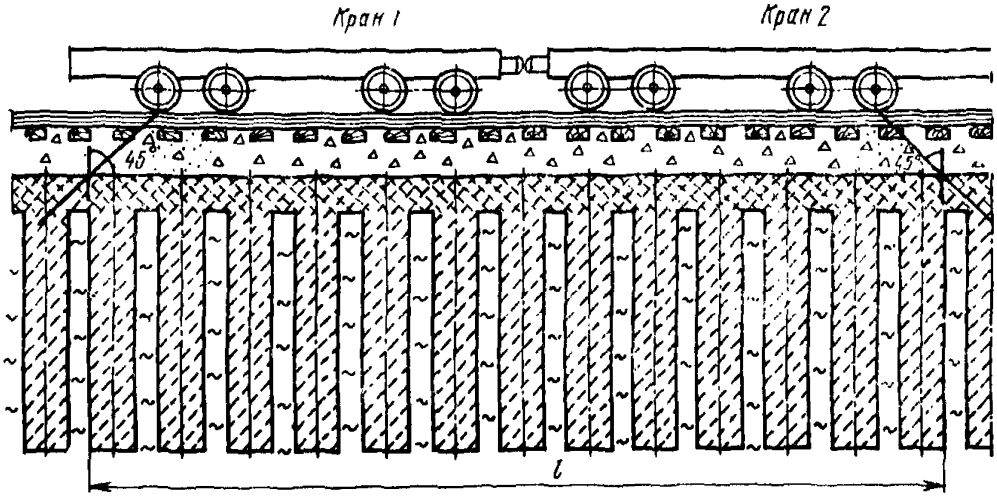

Рис. 5. Схема расчетного элемента основания подкрановых путей

Количество свай в зоне воздействия сомкнутых крановых тележек округляется в бóльшую сторону до целого числа.

6.6. Расчетная нагрузка N, передаваемая на сваю, определяется по формуле

$$N=\frac{2P_{о.к}}{n}+P_б+G, \qquad (12)$$

где $P_{о.к}$ — расчетное давление от опоры крана, Н;
$P_б$ — масса балласта и элементов пути, приходящаяся на одну сваю, Н.

6.7. Расчет сваи на несущую способность производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в пп. 4.13 и 4.14.

6.8. Расчет свайного основания из висячих свай по деформациям выполняется в соответствии с указаниями СНиП II-17—77. Расчет по деформациям основания из свай-стоек разрешается не производить. Для контроля осадок свайного основания должны быть предусмотрены наблюдательные марки, заделанные в головы свай из расчета одна марка на 30—50 м длины подкранового пути.

Руководство по проектированию илоцементных оснований и фундаментов портовых сооружений

РД 31.31.29—82

Отв. за выпуск Я. Я. Мотузов

Редактор Г. Г. Тимофеева

Технический редактор Б. Г. Колобродова

Корректор Л. В. Ваганова

Сдано в набор 01.10.82 г. Подписано в печать 01.03.83 г. Формат изд. 60×90/16. Бум. книж.-жур. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,09. Тираж 550. Изд. № 305-Т. Заказ тип. № 1252. Бесплатно.

В/О «Мортехинформреклама»

125080. Москва, Волоколамское шоссе, 14

Типография «Моряк», Одесса ул. Ленина, 26