НИИОСП

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

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

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

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УСТРОЙСТВУ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

МОСКВА 1982

УДК 624.154.9

Настоящие Рекомендации разработаны впервые, что вызвано возросшим объемом применения фундаментов из буроинъекционных свай в промышленно-гражданском строительстве. Рекомендации предназначены для расчета свай и усиливаемых фундаментов, содержат сведения, касающиеся производства работ, подбора составов инъекционного раствора и выбора технологического оборудования.

Применение Рекомендаций позволит в большинстве случаев существенно снизить стоимость работ, а также производить работы без останова действующих предприятий. Рекомендации разработаны сотрудниками НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР канд. техн. наук Б.В.Бахолдиным, Х.А.Джантимировым, канд. техн. наук А.В.Вронским, канд. техн. наук Б.Л.Фаянсом и одобены Ученым советом института.

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

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова, 1982

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на расчет и проектирование фундаментов из буроинъекционных свай и технологию их изготовления. Разработаны в развитие главы СНиП II-I7-77 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и СНиП III-9-74 "Основания и фундаменты. Правила производства и приемки работ".

I.2. Буроинъекционные сваи являются одной из разновидностей набивных свай. Они отличаются большой гибкостью (l/d = 80 - I20); малым диаметром (d = I20 - 250 мм); материалом ствола (цементный раствор); способом изготовления (инъекция раствора в скважину).

I.3. Существует несколько видов свай, отличающихся по конструкции и способу изготовления:

изготавливаемые вытеснением бурового бентонитового раствора с опрессовкой давлением 0,2-0,4 МПа;

изготавливаемые под защитой обсадных труб с опрессовкой 0,2-0,4 МПа;

изготавливаемые путем инъекции раствора в сухие пробуренные скважины;

изготавливаемые путем сброса бетона в пробитые скважины;

винтонабивные (см. "Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов из винтонабивных свай"(М., НИИОСП, I979).

I.4. В зависимости от свойств грунтов, залегающих под нижним концом, буроинъекционные сваи подразделяются на сваи-стойки и висячие сваи. К сваям-стойкам относятся сваи, которые опираются нижними концами на скалу. Висячие сваи изготавливаются в сжимаемых грунтах и передают нагрузку на грунт боковой поверхностью и нижним концом.

I.5. Целесообразность применения буроинъекционных свай должна определяться конкретными условиями строительной площадки на основе результатов технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений.

При усилении оснований существующих фундаментов буроинъекционными сваями рекомендуется выполнять сравнения со способами химического и термического упрочнения грунтов основания, задавливания свай под существующие фундаменты, подведения новых фундаментов и другими. При строительстве новых объектов сравнение выполняется с различными видами свай.

1.6. В рабочих чертежах свайных фундаментов должны быть указаны виды, количество и параметры свай (сечение и длина, а также несущая способность и соответствующая ей допустимая нагрузка на сваю), которые требуют дополнительных уточнений путем статического испытания свай в грунте до начала или в процессе строительства.

При необходимости проектная организация должна своевременно скорректировать проект свайных фундаментов по результатам испытаний, не задерживая выполнение строительных работ.

1.7. В проектах усиления оснований и других случаях применения буроинъекционных свай при реконструкции сооружений должно быть предусмотрено проведение натурных измерений деформаций оснований и фундаментов по специальным маркам и реперам.

Программа и результаты наблюдений, проводившихся в период строительства должны включаться в состав проектной документации, передаваемой заказчику после завершения работ.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

2.1. Буроинъекционные сваи рекомендуется применять в следующих случаях:

для усиления оснований существующих зданий и сооружений;

при строительстве новых объектов в непосредственной близости от существующих;

при строительстве новых объектов в сложных грунтовых условиях.

2.2. Усиление оснований существующих зданий и сооружений (рис. 2.1) производится обычно в следующих случаях:

при недопустимых по величине или неравномерных осадках сооружения или его части, вызванных уплотнением под нагрузкой сильно сжимаемых грунтов, замачиванием просадочных грунтов, гниением деревянных свай, перегруженностью оснований и пр.;

при увеличении эксплуатационных нагрузок (замена оборудования более тяжелым, увеличение этажности зданий, расширение проезжей части мостов, эстакад и пр.).

Применение буроинъекционных свай в этих случаях допускается в любых грунтовых условиях.

2.3. Строительство новых объектов над, под, рядом с существующими или внутри их (рис. 2.2) вызывает необходимость в усилении оснований последних для предотвращения их деформаций как при производстве работ, так и во время эксплуатации. Применение буроинъекционных свай

в этих случаях позволяет предотвратить подвижки и утечки грунта, вибрации, удары и шумы при производстве работ. Кроме того, использование буроинъекционных свай позволяет исключить влияние рядом сооруженных объектов на существующие и выполнять работы в стесненных условиях.

2.4. Условия, при которых применение буроинъекционных свай для вновь сооружаемых объектов может оказаться эффективным:

наличие крупнообломочного материала в слабых грунтах (рис.2.3.)

наличие плотных слоев грунта ограниченной толщины;

фундирование малонагруженных сооружений в грунтовых условиях II типа по просадочности.

2.5. Буроинъекционные сваи используются также в качестве элемента "сетчатых стен в грунте", применяемых как подпорные стены, в том числе для противооползневой защиты (рис. 2.4.).

3. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

3.I. Технологическая последовательность изготовления буроинъекционных свай следующая:

бурение скважин;

установка арматурного каркаса;

инъекция цементно-песчаного раствора.

Рекомендуемый парк смесительного, бурового и инъекционного оборудования помещен в приложении (табл. I-9).

3.2. В зависимости от грунтовых условий, а также от области применения рекомендуется следующие технологические схемы изготовления буроинъекционных свай:

а) в маловлажных глинистых грунтах (обычно I или II тип грунтовых условий по просадочности) наиболее целесообразно применять технологию, показанную на рис. 3.Iа. Скважина диаметром I3-I8 см бурится установкой шнекового бурения. При этом необходимо, чтобы диаметр бурового долота превышал диаметр шнека не более чем на 0,6-I,0 см. Это обеспечивает затирание стенок скважины более влажным грунтом, поднимающимся по шнеку из забоя и препятствует осыпанию грунта после извлечения бурового инструмента из скважины. Скважины могут также пробиваться станком БС-IМ или пневмопробойниками. В готовую скважину опускается каркас, затем производится инъекция цементно-песчаного раствора через шланг или бетонолитную трубу;

б) в грунтовых условиях по п.а при диаметре вертикальной

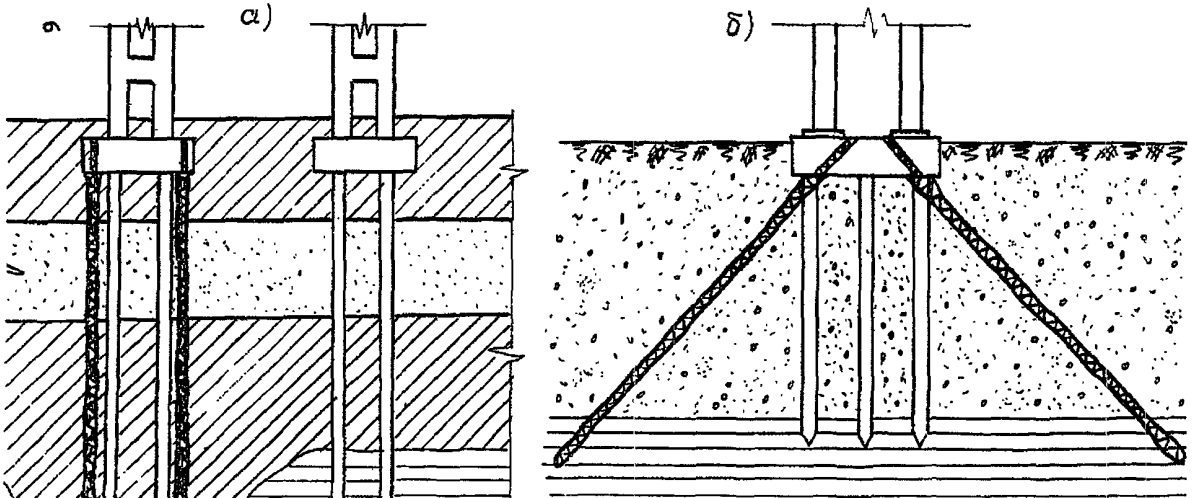

Рис. 2.I. Применение буроинъекционных свай:
а – усиление основания при аварийных осадках;
б – усиление основания при недопустимых горизонтальных перемещениях

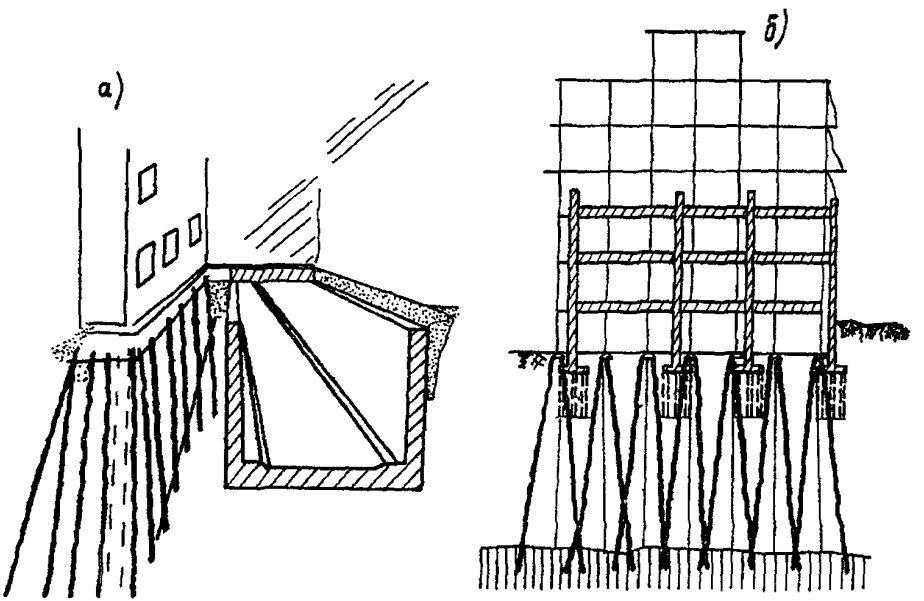

Рис. 2.2. Применение буроинъекционных свай:
а-строительство туннеля рядом с существующими зданиями;
б - надстройка существующего здания

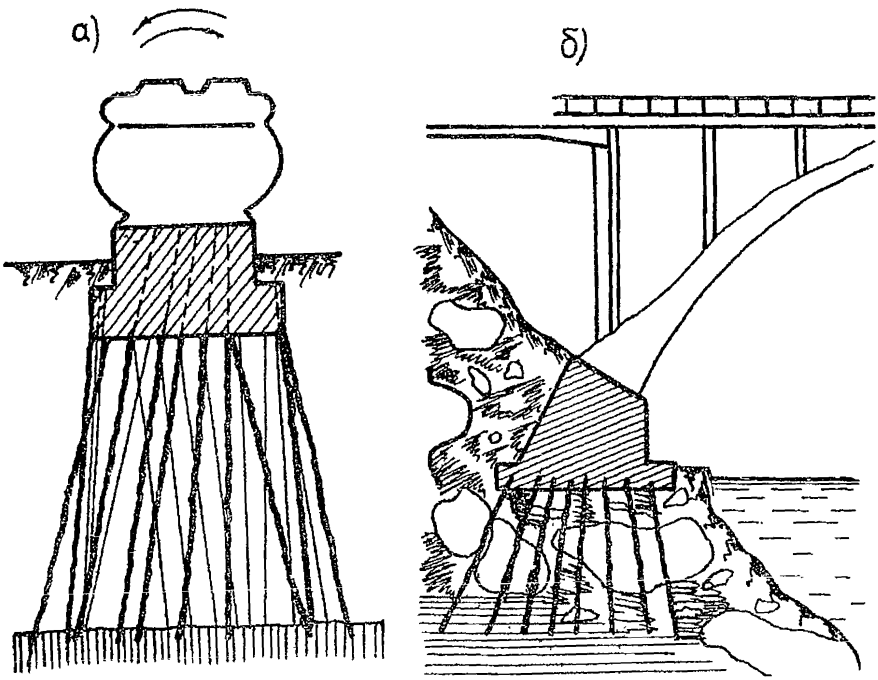

Рис. 2.3. Применение буроинъекционных свай:
а – усиление оснований фундаментов под оборудование;
б – фундамент мостовой опоры в сложных грунтовых условиях

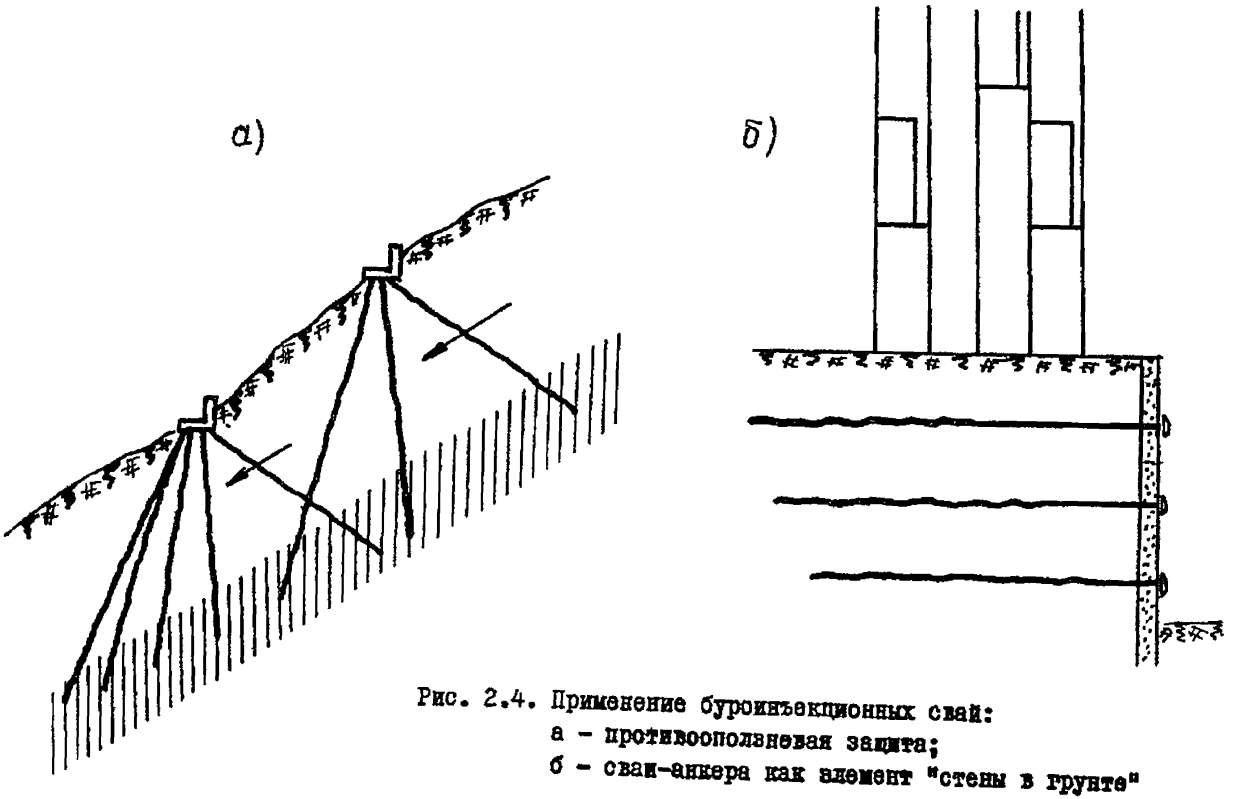

Рис. 2.4. Применение буроинъекционных свай:
а - противооползневая защита;
б - сваи-анкера как элемент "стены в грунте"

скважины более I8 см целесообразно бетонировать скважину свободным сбрасыванием раствора с осадкой конуса I3–I8 см. При этом каркасы длиной до 5 м можно устанавливать в свежеуложенный раствор (рис. 3.Iб);

в) в слабых, оплывающих грунтах необходимы специальные меры по креплению скважин. На рис. 3.2. показана технология изготовления свай с помощью обсадных труб. Станком вращательного или ударно-вращательного бурения бурится скважина, обсаженная трубами.

После извлечения бурового инструмента и установки каркаса обсаженная скважина заполняется раствором через инъекционную трубу или гибкий шланг. После заполнения скважины раствором инъекционная труба извлекается, на верхнюю секцию обсадных труб навинчивается крышка со штуцером для шланга к растворонасосу или компрессору, через который свежеуложенный раствор опрессовывается по мере извлечения обсадных труб. Регулируя давление и расход раствора, можно получить уширение в свае на необходимом уровне.

В тех случаях, когда забой скважины сухой, раствор заливается в обсадные трубы сверху без инъекционной трубы или шланга.

Установка фирмы "Бауэр" выполняет сваи по указанной технологии с обсадными трубами с теряемым наконечником;

г) в грунтовых условиях по п.в устойчивость оплывающих стенок скважины может быть обеспечена применением бентонитового раствора в качестве промывочной жидкости при бурении шарошечным долотом (рис. 3.3). В этом случае опрессовка выполняется через инъекционную трубу, оборудованную сальником с тампоном, устанавливаемым в устье скважины;

д) при наличии в пределах длины сваи сильнопоглощающего слоя грунта применяется технология изготовления буроинъекционных свай с трубчатым армированием (рис. 3.4). По этой технологии пробуренная скважина заполняется цементно-бентонитовым (обойменным) раствором. Затем в скважину опускается труба-арматура с закрытым нижним концом и отверстиями в стенках, закрытыми резиновыми рукавами. Через I0-24 ч после схватывания обоймененного раствора в трубу-арматуру опускается инъекционная труба с двойными тампонами и подается цементный раствор. При этом резиновые рукава расходятся и разрывают обоймененный раствор, образуя уширение в нужном месте;

е) при изготовлении буроинъекционных свай с винтовой навивкой по стволу (так называемых винтонабивных) скважина образуется путем ввинчивания в грунт полого формующего наконечника , соединенного с вращателем инъекционной трубой (рис. 3.5), в которой устанавли-

вается арматурный каркас. Свая образуется при вымачивании наконечника и подаче растворонасосом в полость, образующуюся в грунте, цементно-песчаного раствора под давлением 0,2-0,3 МПа.

3.3. В тех случаях, когда скважина бурится непосредственно в каменных или бетонных фундаментах или стенах, бурение выполняется трехшарошечным долотом с продувкой воздухом или промывкой водой. Арматура железобетонных элементов разбуривается твердосплавными шарошками или вырезается вместе с керном колонковым снарядом.

3.4. Буроинъекционные сваи в зависимости от характера и действующих нагрузок армируются на всю длину или в пределах верхней части.

Длина секций арматуры определяется в основном высотой помещения, в котором производятся работы (не более 4,5 м).

3.5. После установки арматурного каркаса или параллельно с его установкой в скважину опускается инъекционная труба или гибкий шланг. Диаметр инъекционных труб зависит от консистенции и состава перекачиваемого раствора и должен составлять не менее 30 мм при цементном растворе и 40 мм – при цементно-песчаном.

3.6. Для инъекционных растворов рекомендуется применять портландцемент активностью не ниже 400 с нормальной густотой цементного теста в пределах 22-29%.

Для растворов применяется песок крупностью не более 1 мм. Подвижность свежеприготовленного раствора должна составлять не менее 12 см по стандартному конусу. Соотношение цемент:песок:вода в растворе должно быть 1:(1-2):(0,4-0,7). Водоотделение раствора через 24 ч не должно превышать 2% первоначального объема. Прочность раствора по испытаниям кубиков размером 7х7х7 см при нормальных условиях твердения должна быть не менее 15 МПа в 7-дневном возрасте и 30 МПа в 28-дневном.

Если сваи устраиваются под вновь сооружаемый объект требования к прочности раствора могут быть понижены: до 10 МПа в 7-дневном возрасте и 20 МПА – в 28-дневном.

3.7. Состав инъекционного раствора подбирается путем опытных замесов с различным водоцементным отношением (В/Ц). Наименьшее В/Ц определяют исходя из требования подвижности по п.3.6 данных Рекомендаций, наибольшее – из требования прочности. Принимая В/Ц близким к среднему в найденных границах значению, можно получить достаточный запас прочности на всевозможные неточности при производстве работ. Принятый состав проверяется на прочность и морозостойкость в соответствии с действующими нормами.

3.8. Приготовлять растворы следует в скоростных турбулентных лопастных или пропеллерных смесителях с частотой вращения не менее 200 об/мин (см. табл. I).

3.9. Необходимо обеспечивать точное дозирование компонентов раствора, особенно воды, так как небольшие отклонения от требуемого В/Ц могут существенно изменить свойства раствора.

4. КОНСТРУИРОВАНИЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ И СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

4.I. Армирование буроинъекционных свай выполняется по расчету или назначается конструктивно. Сваи армируются одиночными арматурными стержнями, сварными каркасами, жесткой арматурой в виде проката черных металлов или металлическими трубами. Арматура сваи может быть однородной на всю длину (например, сваи-стойки в окружающих слабых грунтах) и комбинированной (например, труба или прокат в зоне действия изгибающего момента и каркас или одиночный стержень на всю остальную длину. В однородных грунтах допускается не армировать нижнюю часть висячих свай.

4.2. Арматура буроинъекционных свай должна иметь фиксирующие элементы, центрирующие ее в скважине (рис. 3.6) и обеспечивающие требуемую толщину защитного слоя бетона. Фиксирующие элементы должны привариваться с четырех сторон арматурного стержня или каркаса на расстоянии один от другого, равном шести диаметрам скважины.

4.3. Толщина защитного слоя бетона должна быть не менее 2,5 см.

4.4. Сварной стык рабочей арматуры сваи должен соответствовать изображенному на рис. 3.7 или быть любой другой конструкции, обеспечивающей его равнопрочность и удобство производства работ по инъецированию бетона.

4.5. При конструировании вновь сооружаемых фундаментов на буроинъекционных сваях необходимо руководствоваться правилами и требованиями, предъявляемыми к конструированию фундаментов на буронабивных сваях и изложенных в главе СНиП II-I7-77 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и Настоящими Рекомендациями.

4.6. Если на фундамент действуют горизонтальная и вертикальная нагрузки, то при проектировании необходимо стремиться, чтобы центр тяжести сечений свай в любом разрезе, перпендикулярном к линии равнодействующей, находился на этой линии (рис. 4.I).

4.7. При необходимости срочного выполнения работ нулевого цикла и в других случаях допускается обратный порядок устройства свайного фундамента. Вначале устраивается ростверк, а затем через

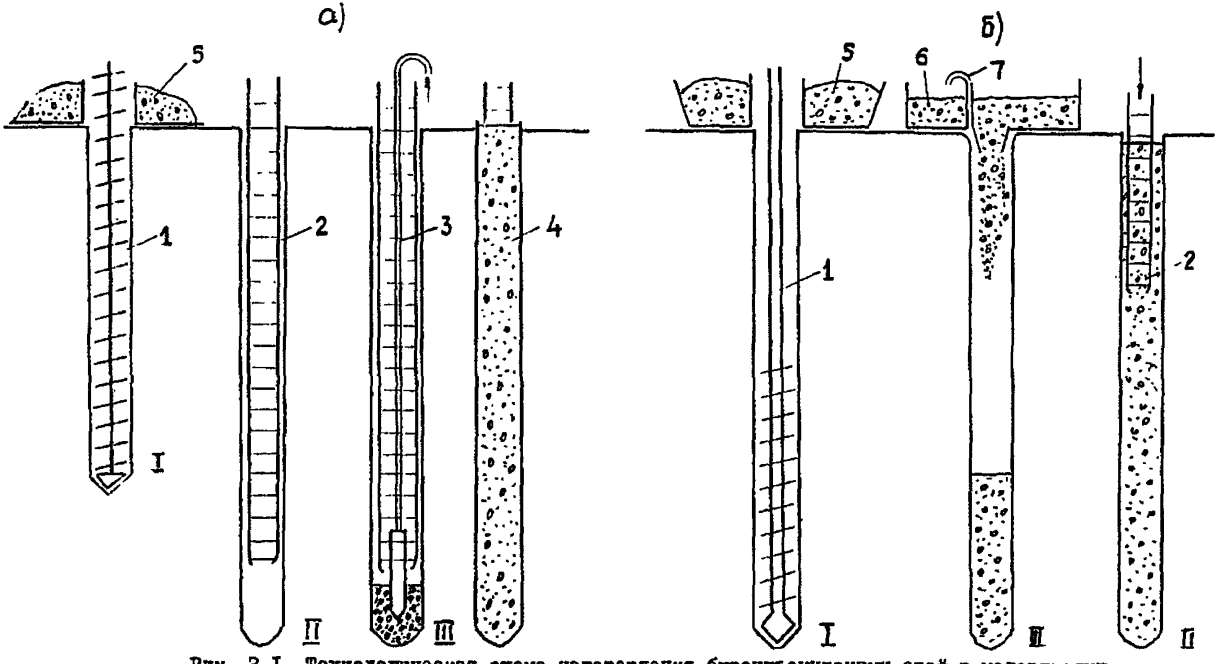

Рис. 3.1. Технологическая схема изготовления буроинъекционных свай в маловлажных глинистых грунтах:
I – бурение скважины, II – установка армокаркаса, III – бетонирование сваи;
1 – буровой став, 2 – армокаркас, 3 – инъекционный шланг, 4 – готовая свая, 5 – бункер для выбуренного грунта, 6 – бункер для бетона, 7 – дыхательная трубка

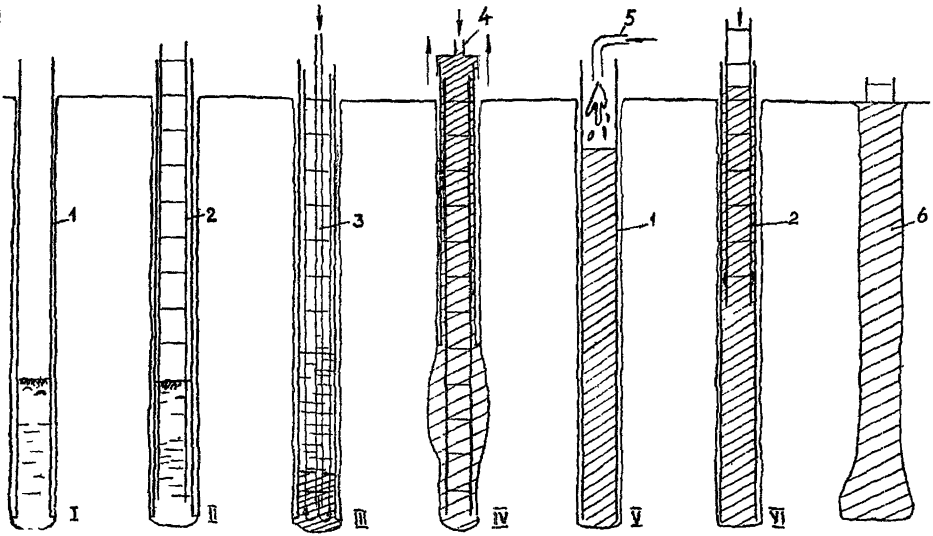

Рис. 3.2. Технологическая схема изготовления буроинъекционных свай с помощью извлекаемых обсадных труб (I–IV в водонасыщенных грунтах, I,V,VI – в сухих):

I –бурение скважины, II,VI–установка армокаркаса, III,V–бетонирование сваи, IV –опрессовка скважины и извлечение обсадных труб (1–обсадные трубы, 2–армокаркас, 3 –инъекционная труба, 4–оголовок со штуцером, 5–шланг растворонасоса, 6–готовая свая)

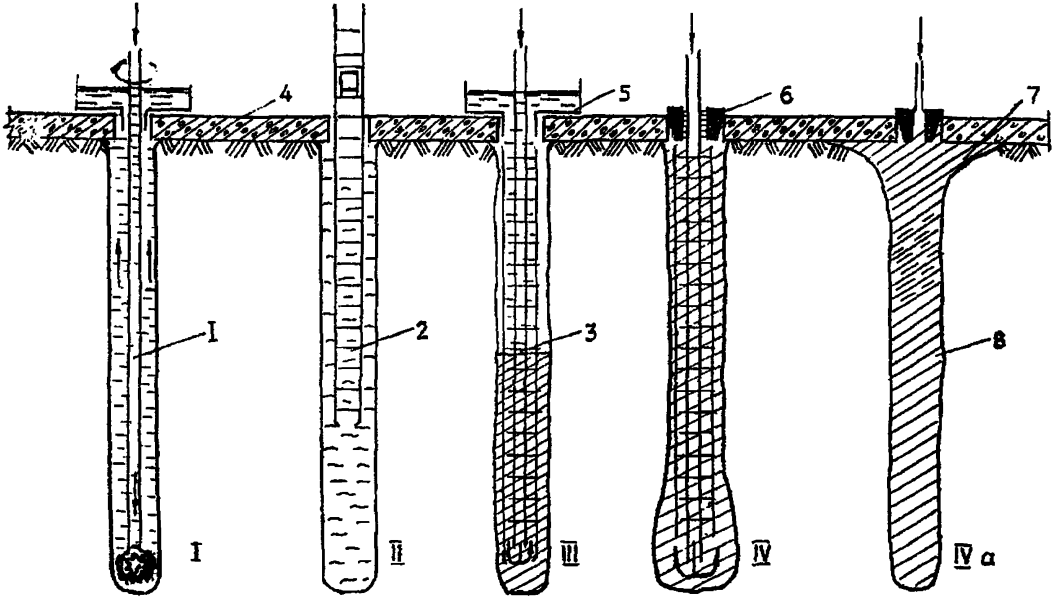

Рис. 3.3. Технолотическая схема изготовления буроинъекционных свай с промывкой скважин бентонитовым раствором:
I - бурение скважин шарошечным долотом; II - установка арматурного каркаса; III - установка инъекционной трубы и заполнение скважины раствором; IV - установка тампона и опрессовка скважины с забоя; IVa - опрессовка скважины с устья (1 - буровой став, 2 - армокаркас, 3 - инъекционная труба, 4 - усиливаемый фундамент, 5 - устьевой лоток, 6 - тампон с сальником, 7 - уширенная часть сваи, 8 - готовая свая)

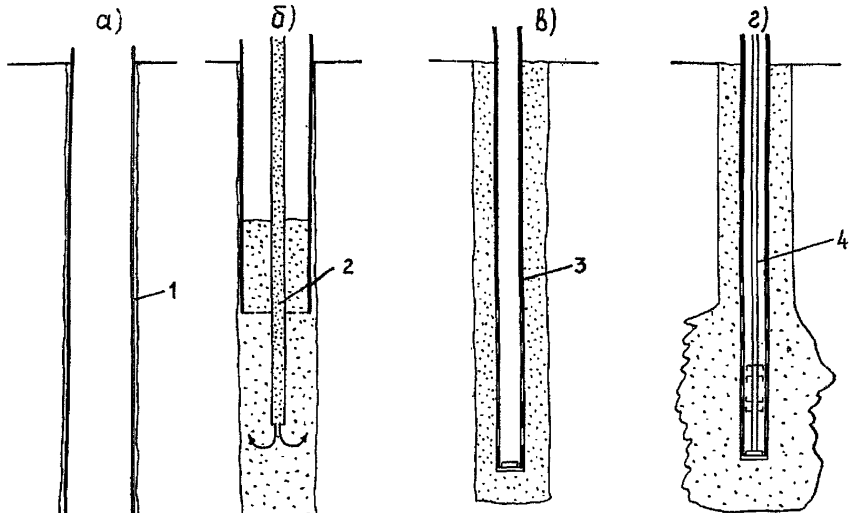

Рис. 3.4. Схема устройства микросвай с трубчатой арматурой:
а–устройство скважины; б–заполнение скважины; в–установка арматуры;
г–опрессовка скважины
1–обсадная труба; 2–инъекционная труба; 3–трубчатая арматура;
4–инъектор с двойным тампоном

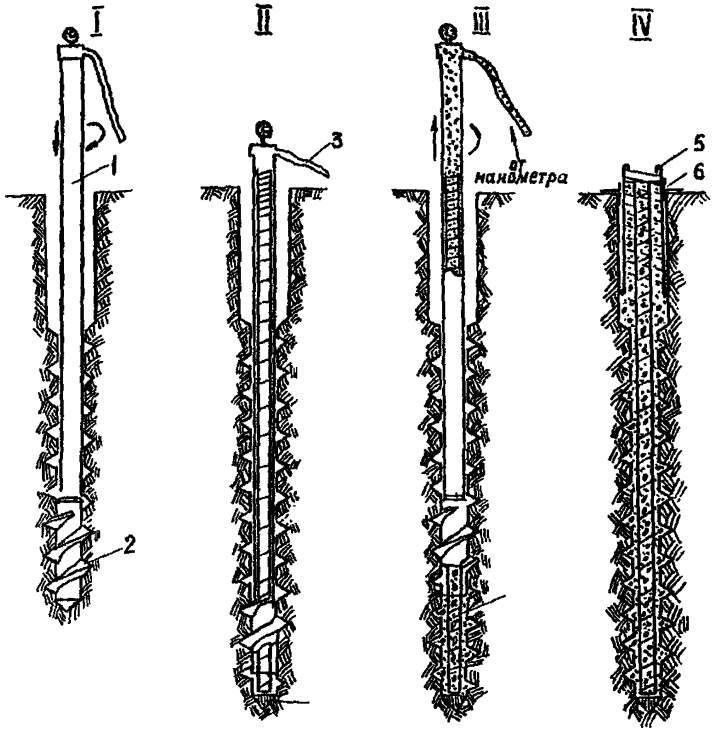

Рис. 3.5. Технологическая схема устройства винтонабивных свай:
I - устройство скважины; II - вывинчивание винтового наконечника на высоту 5-10см над забоем скважины и отделение теряемого башмака; III - бетонирование (формование) сваи; IV - бетонирование и дополнительное армирование головы сваи;

1 - ведущая труба; 2 - винтовой формирующий наконечник; 3 - резинотканевый рукав; 4 - теряемый башмак; 5 - арматура; 6 - дополнительный арматурный каркас

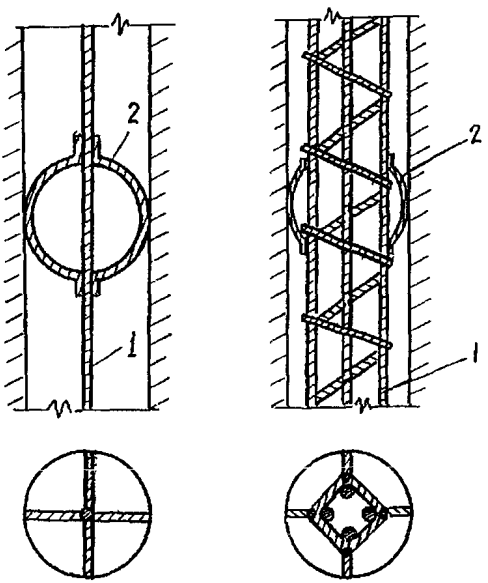

Рис. 3.6. Армирование буроинъекционных свай:
1 – арматурный стержень или каркас;
2 – фиксирующие элементы

специально оставляемые закладные детали изготовляются буроинъекционные сваи (рис. 4.2). При этом обязательна опрессовка свежеуложенного раствора, если скважина сооружалась шнековым бурением без циркуляции глинистого раствора для обеспечения уширения ствола сваи в грунте в месте сопряжения с ростверком.

4.8. При усилении оснований осуществующих фундаментов необходимо стремиться к максимальному использованию несущей способности усиливаемого фундамента. Расчет по I и II группам предельных состояний необходимо производить с учетом совместной работы буроинъекционных свай и усиливаемого фундамента.

4.9. При усилении оснований необходимо учитывать возможное изменение статической схемы работы конструкции, например, фундаментной плиты, в связи с переносом части нагрузки на головы буроинъекционных свай (рис. 4.3).

4.10. При невозможности пробуривания скважин через тело фундамента допускается их устройство рядом с фундаментом с передачей нагрузки на сваи с помощью системы балок (рис. 4.4).

4.11. Для обеспечения совместной работы вновь вводимых свай с усиливаемым фундаментом в проекте должна быть предусмотрена надежная заделка сваи в фундаменте.

При применении глинистого раствора длина заделки сваи в фундаменте принимается равной пяти диаметром сваи, при бурении с продувкой воздухом – четырем диаметрам.

4.12. При невозможности выполнения требований п.4.11. необходимо предуомотреть уширение ствола сваи в месте примыкания к ростверку. Отношение диаметра сваи в месте примыкания к диаметру скважины в фундаменте должно составлять не менее I,I5. Расширить ствол сваи можно промывочной жидкостью при бурении или опрессовкой свежеуложенного раствора.

5. РАСЧЕТ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

5.1. При расчете несущей способности буроинъекционных свай надлежит руководствоваться требованиями главы СНиП II-I7-77 "Свайные фундаменты. Нормы проектирования" и настоящими Рекомендациями.

5.2. При расчете буроинъекционных свай по прочности материала сваю следует рассматривать как упругий стержень с начальным прогибом, жестко защемленный в грунте в сечении, где модуль деформации грунта $E \geqslant 5$ МПа.

Учет продольного изгиба производится по методу, предполагающему

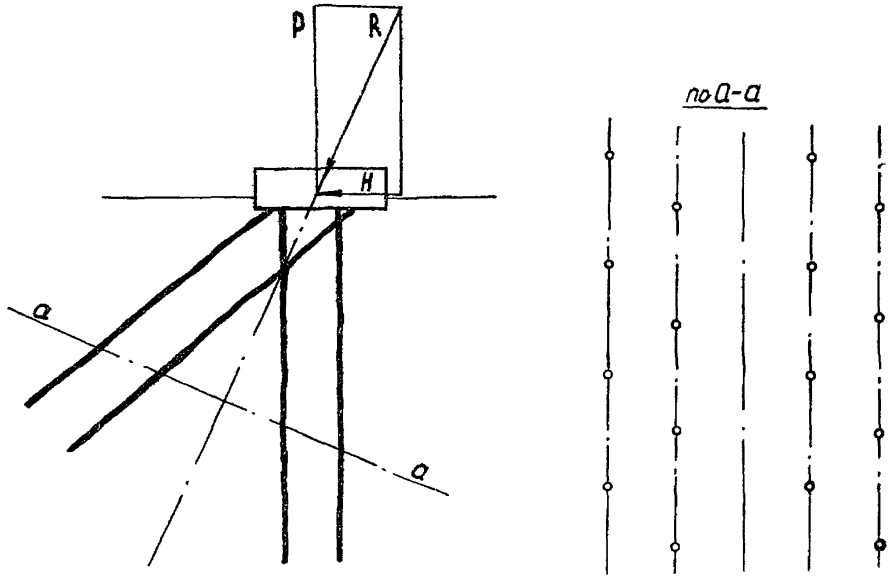

Рис. 4.I. Схема расположения свай в фундаменте, нагруженном вертикальной и горизонтальной нагрузкой

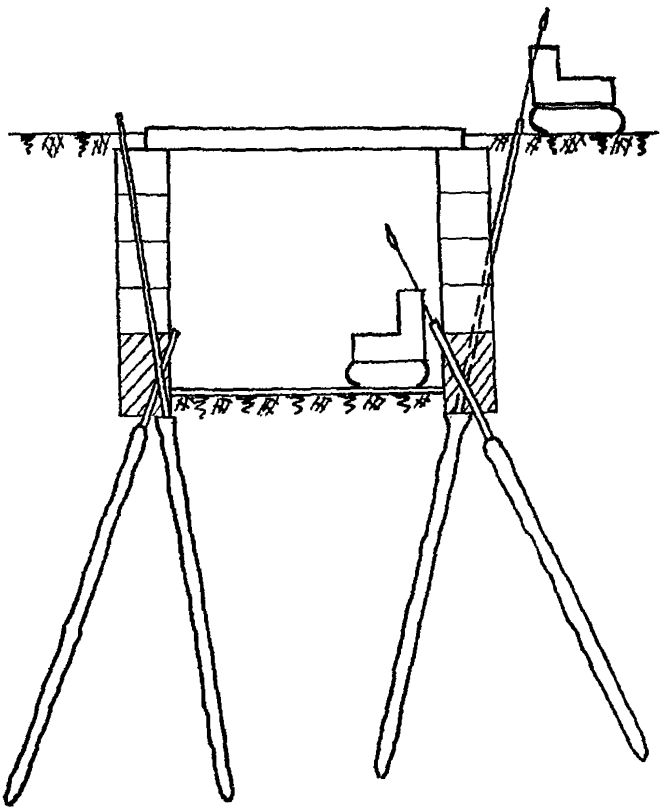

Рис. 4.2. Схема устройства свайного фундамента с обратной последовательностью производства работ

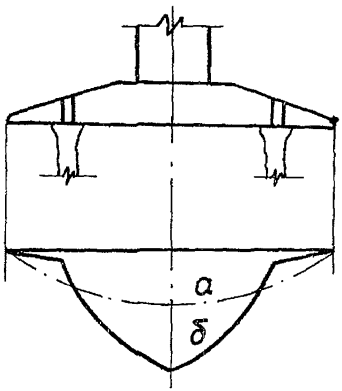

Рис. 4.3. Трансформация эпюры изгибающих моментов в фундаментной плите при усилении буроинъекционными сваями:
а – до усиления;
б – после усиления

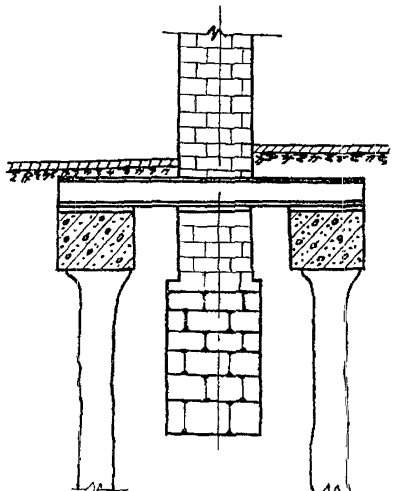

Рис. 4.4. Усиление ленточного фундамента буроинъекционными сваями

потерю устойчивости сваи в слабом грунте ($E < 5$ МПа) по нескольким полуволнам, причем число полуволн зависит от соотношения жесткостей сваи и окружающего грунта и практически не зависит от вида заделки в ростверке.

5.3. Метод расчета прочности ствола свай составлен на основании и в развитие главы СНиП II-21-75 "Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования". Прочностные и деформационные характеристики инъекционных растворов (мелкозернистых бетонов) следует определять в соответствии с "Рекомендациями по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из мелкозернистого бетона" (письмо Госстроя СССР № НК-3388-I от I июля 1977 г.).

5.4. При расчете по прочности бетонных и железобетонных свай на воздействие сжимающей продольной силы N помимо эксцентриситета, определяемого из статического расчета конструкций, должен приниматься во внимание случайный эксцентриситет e_c, обусловленный возможным искривлением скважины при бурении. Эксцентриситет e_c определяется умножением относительного искривления оси сваи (табл. 5.I) на расчетную длину полуволны ее изгиба l_0 (табл. 5.2 настоящих Рекомендаций).

5.5. Расчет буроинъекционных свай по прочности выполняется в соответствии с требованиями раздела 3 главы СНиП II-21-75, при этом значение коэффициента η, учитывающего влияние прогиба на эксцентриситет продольного усилия e, следует определять по формуле

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{2N_{кр}}},$$

где N – осевая сжимающая нагрузка на сваю;

$N_{кр}$ – условная критическая сила, определяемая по указаниям главы СНиП II-21-75.

5.6. Несущая способность буроинъекционной сваи-стойки (см. п. I.4) следует определять в соответствии с п. 5.4 главы СНиП II-17-77.

5.7. Несущую способность висячей буроинъекционной сваи Φ, работающей на осевую сжимающую нагрузку, следует определять по формуле

$$\Phi = m\left(m_R R F + u \sum m_{fi} f_i l_i\right), \qquad (5.I)$$

где m – коэффициент условий работы свай в грунте (принимается равным I);

m_R – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый для винтонабивных и свай в пробитых скважинах по табл. I СНиП II-17-77, а для остальных типов

свай в соответствии с п.5.10 указанной главы СНиП.

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом, принимаемое для винтонабивных и свай в пробитых скважинах по табл. I СНиП II-17-77, а для остальных типов свай – по п.5.10 указанной главы СНиП;

F – площадь опирания сваи, принимаемая равной: для свай без уширения – площади поперечного сечения сваи, для свай с уширением – площади поперечного сечения уширения, для винтонабивных свай – площади поперечного сечения по диаметру винтового выступа;

U – периметр ствола сваи, определяемый по диаметру скважины или обсадной трубы, а для винтонабивной сваи – по диаметру винтового выступа;

m_{fi} – коэффициент условий работы i-го слоя грунта на боковой поверхности ствола набивной сваи, принимаемый по табл. 5.4 настоящих Рекомендаций;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта на боковой поверхности ствола, принимаемое по табл.2 СНиП II-17-77;

l_i – толщина i-го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью свай.

Таблица 5.I

Относительное искривление осей свай при различных способах проходки скважин

Способы проходки	Относительное искривление
Шнековое бурение без обсадных труб	0,002
Колонирование с обсадными трубами	0,002
Пробивка станком БС-IM со снарядом длиной II м	0,005
Пробивка пневмопробойником	0,03
Бурение шарошкой под бентонитовым раствором	0,005
Завинчивание формующего наконечника	0,002

Таблица 5.2

Расчетные длины полуволн изгиба при потере устойчивости буроинъекционных свай

Модуль деформации грунта, МПа	Расчетная длина l_0, см, для свай диаметром, см				
	10	15	20	25	30
0,5	310	465	620	775	930
1,0	250	375	500	625	750
1,5	224	336	448	560	672
2,0	202	303	404	505	606
2,5	190	285	380	475	570
3,0	180	270	360	450	540
3,5	172	258	344	430	516
4,0	165	248	330	412	496
4,5	160	240	320	400	480
5,0	155	232	310	387	465

Примечания: 1. Модуль деформации слабых водонасыщенных глинистых грунтов определяют по данным компрессионных испытаний. Модуль деформации илов допускается определять по табл. 5.3.

2. Модуль деформации просадочных грунтов определяют по данным компрессионных испытаний образцов, отбираемых в горизонтальном направлении по методике, изложенной в "Руководстве по лабораторному определению деформационных и прочностных характеристик просадочных грунтов" (М., НИИОСП, 1975).

Таблица 5.8

Строительная классификация морских илов (морские четвертичные отложения) по Г.В.Сорокиной

Показатели физических свойств	Супесчаный			Суглинистый			Глинистый			
Характеристики плотности (средние)	$W = 38 \pm 6\%$ $\gamma_d = 1,82 \pm 0,06$ г/см^3 $\varepsilon = 1,038 \pm 0,168$			$W = 44 \pm 13\%$ $\gamma_d = 1,77 \pm 0,12$ г/см^3 $\varepsilon = 1,206 \pm 0,325$			$W = 88 \pm 29\%$ $\gamma_d = 1,5 \pm 0,10$ г/см^3 $\varepsilon = 2,390 + 0,74$			
Консистенция	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	1,0		2,0	
Коэффициент пористости	0,8-1,1	0,85-1,2	0,9-1,3	0,9-1,2	1,2-1,6	>1,6	1,2-1,6	1,6-2,0	2-3	>3
Модуль деформации, МПа	5,7-5,1	3,6-3,3	3,1-2,9	3,2-1,9	1,6-1,2	1,2	2,3-1,6	1,3-0,8	0,6-0,4	0,4

Таблица 5.4

Коэффициенты условий работы грунта m_f

Виды свай	Значения коэффициента m_f для различных видов грунта			
	пески	супеси	суглинки	глины
Винтонабивные	I,0	I,0	I,0	0,9
Устраиваемые сбросом бетона в сухие пробуренные скважины	–	0,8	0,8	0,8
Устраиваемые сбросом бетона в сухие пробитые скважины	I,0	0,9	0,9	0,8
Устраиваемые инъекцией раствора в сухие пробуренные скважины	–	0,9	0,9	0,9
Изготовленные под защитой обсадных труб с опрессовкой давлением 0,2–0,4 МПа	0,9	0,8	0,8	0,8
Изготовленные под защитой бентонитового раствора с опрессовкой давлением 0,2–0,4 МПа	0,9	0,8	0,8	0,8

6. ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

6.1. Предварительные размеры (диаметр и длина) буроинъекционных свай назначаются с учетом инженерно-геологических условий площадки, нагрузки, которую должны воспринимать сваи, и их несущей способности, вычисленной в соответствии с требованиями раздела 5 настоящих Рекомендаций.

Несущая способность буроинъекционных свай должна уточняться по результатам их статических испытаний согласно ГОСТ 5686-78.

6.2. На основе результатов статических испытаний буроинъекционных свай должны устанавливаться:

начальный коэффициент жесткости сваи C_0, кН/м;

критическая нагрузка на сваю $P_{кр}$, кН;

расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, P^{*}, кН.

6.3. Значения коэффициента жесткости сваи C_0 и критической нагрузки на сваю $P_{кр}$ определяются по формулам (6.1) и (6.2) как параметры прямой, построенной методом наименьших квадратов в координатах „ $C_i - P_i$ " (рис. 6.1б):

$$C_0 = \frac{\sum_{i=1}^{K} C_i P_i \times \sum_{i=1}^{K} P_i - \sum_{i=1}^{K} C_i \times \sum_{i=1}^{K} P_i^2}{K \sum_{i=1}^{K} P_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{K} P_i\right)^2}; \qquad (6.1)$$

$$P_{кр} = \frac{\sum_{i=1}^{K} C_i P_i \times \sum_{i=1}^{K} P_i - \sum_{i=1}^{K} C_i \times \sum_{i=1}^{K} P_i^2}{K \sum_{i=1}^{K} C_i P_i - \sum_{i=1}^{K} C_i \times \sum_{i=1}^{K} P_i}, \qquad (6.2)$$

где P_i и S_i – нагрузка и соответствующая стабилизированная осадка сваи на i-й ступени;

$C_i = P_i / S_i$ – коэффициент жесткости сваи на i-й ступени;

K – число опытных пар точек „$P_i - S_i$".

Значения C_0 и $P_{кр}$ используются для описания зависимости осадки сваи S от нагрузки P (рис. 6.1а):

$$S(P) = \frac{P}{C_0 (1 - P/P_{кр})}. \qquad (6.3)$$

6.4. Для получения расчетной нагрузки, допускаемой на сваю, $P^{ж}$ результаты испытаний обрабатываются следующим образом.

Осадки свай $S(t)$ на каждой ступени нагрузки P_i в произвольный момент времени t от начала приложения нагрузки представляется в виде

$$S(t) = S_0 \left(t/t_0\right)^{\psi_i}, \qquad (6.4)$$

где S_0 – осадка сваи при нагрузке P_i за время t=2 – 3 ч;

ψ_i – параметр, постоянный для каждой ступени нагрузки, определяемый на основе статистической обработки результатов испытаний по формуле:

$$\psi_i = \frac{\sum_1^u \left(lg\frac{t_j}{t_0} \cdot lg\frac{S(t_j)}{S_0}\right)}{\sum^{\Sigma u} \left(lg\frac{t_j}{t_0}\right)^2}, \qquad (6.5)$$

где u – число опытных пар $\left\langle\!\left\langle S(t_j) - t_j \right\rangle\!\right\rangle$.

Примечание. Параметр ψ является угловым коэффициентом прямой в координатах $\left\langle\!\left\langle lg\frac{t_j}{t_0} - lg\frac{S(t_j)}{S_0} \right\rangle\!\right\rangle$, проходящей через начало координат (рис. 6.2а). С увеличением нагрузки значения параметра ψ уменьшаются (рис. 6.2б).

6.5. Зависимость параметра ψ от нагрузки P аппроксимируется функцией следующего вида (см. рис.6.2б):

$$\psi(P) = \frac{1}{a + bP}, \qquad (6.6)$$

где a и b – коэффициенты, определяемые по формулам:

$$a = \frac{1}{\Delta}\left[\sum_1^{i=k} z_i \sum_1^{i=k} P_i^2 - \sum_1^{i=k}\left(z_i P_i\right) \times \sum^{i=k} P_i\right]; \qquad (6.7)$$

$$b = \frac{1}{\Delta}\left[K\sum_1^{i=k}\left(z_i P_i\right) - \sum_1^{i=k} z_i \sum_1^{i=k} P_i\right]; \qquad (6.8)$$

$$\Delta = K\sum_1^{i=k} P_i^2 - \left(\sum_1^{i=k} P_i\right)^2; \qquad (6.9)$$

$$z_i = \frac{1}{\psi}; \qquad (6.10)$$

K – число ступеней нагрузки, при которых зависимости осадки свай от времени являются затухающими.

Примечание. Коэффициент a и b являются параметрами прямой, построенной методом наименьших квадратов в координатах "P_i" и "$\frac{t}{\psi}$" (см.рис.6.2в).

6.6. В качестве предельного сопротивления сваи $\Phi_{пр}$ принимается нагрузка, которая вызовет к концу срока службы сооружения T осадку $S\ (T)$, равную предельно допустимой средней осадке сооружения $S_{пр.ср}$ по табл. 18 главы СНиП II-15-74. Значение $\Phi_{пр}$ вычисляется по формуле:

$$\Phi_{пр} = \frac{d-a}{b}, \qquad (6.11)$$

$$d = \frac{lg\frac{T}{t_{ок}}}{lg\frac{S_{пр.ср}}{S_{ок}}}, \qquad (6.12)$$

где a и b – коэффициенты, определяемые по формулам (6.7) и (6.8);

$S_{ок}$ – осадка сваи за время $t_{ок} = 2 - 3$ ч после приложения последней ступени нагрузки P_K, при которой зависимость $S_K\ (t)$ имеет затухающий характер.

Значение $\Phi_{пр}$, вычисленное по формуле (6.11), не должно превышать значение критической нагрузки на сваю $0,7\ P_{кр}$ по п.6.3. В противном случае принимается $\Phi_{пр} = 0,7 P_{кр}$.

6.7. Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, P^*, кН, в соответствии с пп. 4.3 и 6.3 СНиП II-17-77 определяется по формуле

$$P^* = \frac{m\,\Phi_{пр}}{K_г\,K_н}, \qquad (6.13)$$

где $\Phi_{пр}$ – предельное сопротивление сваи, определяемое по п.6.6, кН;

m – коэффициент условий работы (принимается равным единице);

$K_г$ – коэффициент надежности по грунту, принимаемый по п.6.4 СНиП II-17-77;

$K_н$ – коэффициент надежности, принимаемый по п.4.3 СНиП II-17-77.

6.8. Количество буроинъекционных свай $n_н$, требуемое для усиления существующего фундамента на естественном основании в связи с увеличением на него нагрузки, определяется по формуле

$$n_н = \frac{\Delta N}{P_н} - \frac{C_1}{C_{он}(1 - P_н/P_{кр.н})}, \qquad (6.14)$$

где ΔN – приращение нагрузки на фундамент, кН;

$P_н$ – нагрузка, принятая на одну сваю, кН;

$C_1 = \frac{N_1}{S_1}$ – коэффициент жесткости существующего фундамента, кН/м, равный отношению вертикальной нагрузки на фундамент N_1, кН, к его стабилизированной (расчетной или замеренной) осадке S_1, м;

$C_{он}$ и $P_{кр.н}$ – начальный коэффициент жесткости сваи, кН/м, и критическая нагрузка на сваю, кН, определяемые по указаниям п. 6.3.

6.9. При заданном числе свай $n_н$ для усиления фундамента на естественном основании нагрузка на одну сваю $P_н$ определяется при решении квадратного уравнения

$$a_1 P_н^2 - a_2 P_н + a_3 = 0 \qquad (6.15)$$

по формуле

$$P_н = \frac{a_2 \pm \sqrt{a_2^2 - 4 a_1 a_3}}{2 a_1}, \qquad (6.16)$$

где $a_1 = n_н$;

$$a_2 = P_{кр.н}\left(\frac{C_1}{C_{он}} + n_н\right) + \Delta N;$$

$$a_3 = \Delta N \cdot P_{кр.н}.$$

Осадка S фундамента, усиленного буроинъекционными сваями, от дополнительной нагрузки ΔN определяется по формуле

$$S = \frac{\Delta N}{C_1 + m C_{он}(1 - P_н/P_{кр.н})}. \qquad (6.17)$$

6.10. Количество буроинъекционных свай $n_н$, требуемое для усиления существующего свайного фундамента в связи с увеличением

на него нагрузки, определяется по формуле

$$n_н = \frac{\frac{\Delta N}{P_н}\left(1 - \frac{P_н}{P_{кр.н}}\right) - n_c \alpha \left(1 - \frac{n_c P_c + \Delta N}{n_c P_{кр.с}}\right)}{1 + P_н \left(\frac{\alpha}{P_{пр.с}} - \frac{1}{P_{пр.н}}\right)}, \qquad (6.18)$$

где ΔN – приращение нагрузки (по сравнению с действующей на свайный фундамент нагрузкой N_c), кН;

$P_н$ – заданная нагрузка на новую сваю, кН;

n_c – число свай в существующем фундаменте;

$P_c = \frac{N_c}{n_c}$ – существующая нагрузка на сваю, кН;

$P_{кр.н}$ – критическая нагрузка на существующую (старую) сваю, кН;

$P_{кр.с}$ – то же на новую сваю, кН, определяемая по указаниям п. 6.3;

$\alpha = C_{ос}/C_{он}$;

$C_{ос}$ – начальный коэффициент жесткости старой сваи, кН/м;

$C_{он}$ – то же новой сваи, определяемый по указаниям п. 6.3.

В случае, если зависимость "нагрузка–осадка" для существующих свай можно считать линейной, необходимое для усиления фундамента число свай допускается определять по формуле

$$n_н = \frac{\Delta N}{P_н} - \frac{n \alpha}{1 - P_н/P_{кр.н}}. \qquad (6.19)$$

Примечание: При отсутствии опытных данных допускается принимать:

$P_{кр.с} = \Phi_{пр}$ – несущей способности существующей сваи, определяемой в соответствии с требованиями главы СНиП II-17-77;

$C_{ос} = \frac{N_c}{S_c}$ – отношению нагрузки, действующей на фундамент, к его расчетной или прогнозируемой по данным наблюдений осадке.

6.13. При заданном количестве свай $n_н$ для усиления свайного фундамента нагрузка на одну сваю $P_н$ определяется решением квадратного уравнения

$$b_1 P_н^2 - b_2 P_н + b_3 = 0, \qquad (6.20)$$

по формуле

$$P_н = \frac{b_2 \pm \sqrt{b_2^2 - 4 b_1 b_3}}{2 b_1}, \qquad (6.21)$$

где $$B_1 = n_н \left(\frac{1}{P_{кр.н}} - \frac{\alpha}{P_{кр\ с}} \right);$$

$$B_2 = n_н + n_с \alpha \left(1 - \frac{n_с P_с + \Delta N}{n_с P_{кр.с}} \right) + \frac{\Delta N}{P_{кр.н}};$$

$$B_3 = \Delta N.$$

6.I4. Приращение нагрузки на одну сваю существующего фундамента $\Delta P_с$ после усиления его буроинъекционными сваями определяется по формуле:

$$\Delta P_с = \frac{\Delta N - n_н P_н}{n_с}. \qquad (6.22)$$

6.I5. Осадка S свайного фундамента, усиленного буроинъекционными сваями, от дополнительной нагрузки ΔN определяется по формуле

$$S = \frac{\Delta N}{n_с C_{ос} \left(1 - \frac{P_с + \Delta P_с}{P_{кр.с}} \right) + n_н C_{он} \left(1 - \frac{P_н}{P_{кр.н}} \right)}, \qquad (6.23)$$

где $\Delta P_с$ – определяется по указаниям п. 6.I4.

В случае линейной зависимости "нагрузка–осадка" для существующих свай осадку допускается вычислять по формуле

$$S = \frac{\Delta N}{n_с C_{ос} + n_н C_{он} \left(1 - \frac{P_н}{P_{кр.н}} \right)}. \qquad (6.24)$$

7. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример I. Требуется определить количество буроинъекционных свай, необходимое для усиления фундамента на естественном основании при следующих исходных данных: существующая нагрузка на фундамент $N_1 = 800$ кН $= 0{,}8$ МН; предполагаемое приращение нагрузки $\Delta N =$ $= 800$ кН $= 0{,}8$ МН; осадка существующего фундамента (при нагрузке N_1) $S_1 = 3{,}2$ см $= 0{,}032$ м; жесткость фундамента $C_1 = \frac{800}{0.032} = 25$ МН

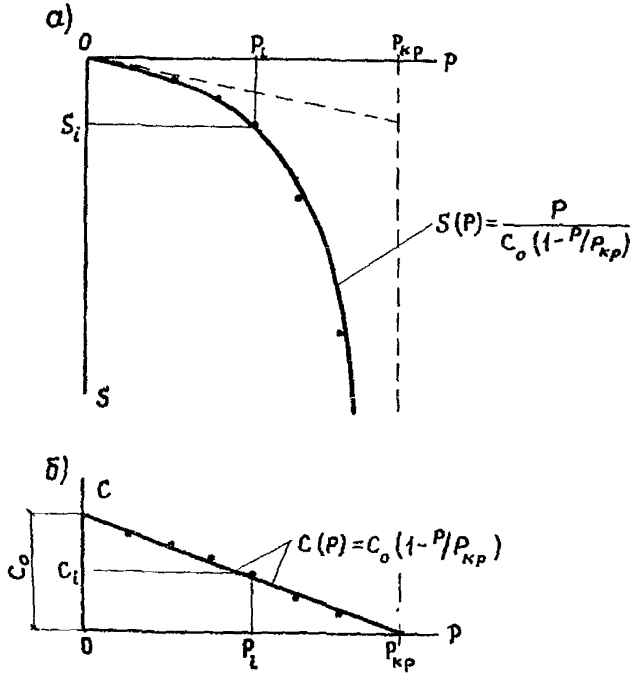

Рис. 6.I. Графики зависимостей осадки (а) и коэффициента жесткости (б) от статической нагрузки

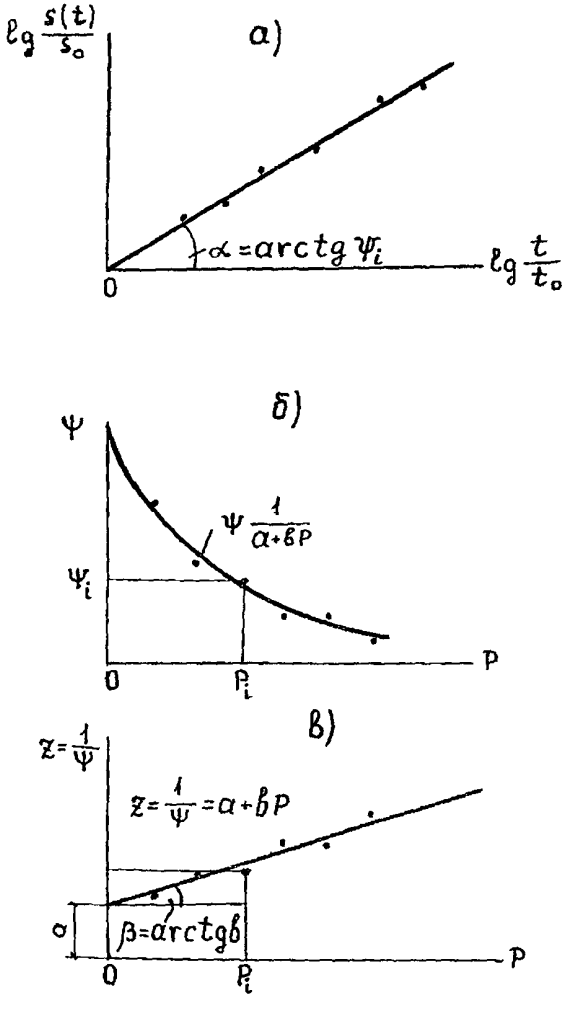

Рис. 6.2. К определению параметра ψ (P)

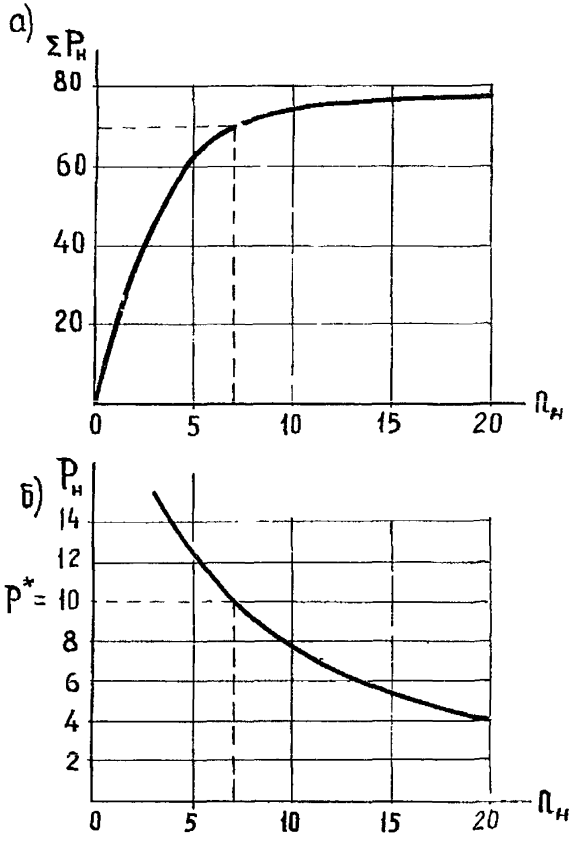

Рис. 6.3. Зависимости суммарной нагрузки, воспринимаемой новыми сваями $\Sigma P_н$ (а), и нагрузки на одну сваю (б) от числа буроинъекционных свай

На основе статических испытаний свай получено: начальный коэффициент жесткости сваи $C_{0н}$ = 50 МН/м; расчетная нагрузка, допускаемая на сваю P^* = 100 кН = 0,1 МН; критическая нагрузка на сваю $P_{кр.н}$ = 200 кН=0,2 МН.

Необходимое число буроинъекционных свай определяется по формуле (6.14) при $P = P^*$.

$$n_н = \frac{0,8}{0,1} - \frac{25}{50(1-0,1/0,2)} = 8-1 = 7.$$

Дополнительная осадка усиленного фундамента от нагрузки ΔN = 800 кН при $n_н$ = 7 и P^* = 100 кН по формуле (6.17) составит

$$S = \frac{0,8}{25 + 7 \times 50\ (1-0,5)} = 0,004\ м = 4\ мм.$$

Построим зависимости нагрузки на одну сваю P и суммарной нагрузки на все сваи ΣP от количества свай $n_н$ по уравнению (6.15). В данном случае коэффициенты этого уравнения будут равны: $Q_1 = n_н$; $Q_2 = 0,2\ (0,5 + n_н) + 0,8 = 0,9 + 0,2 n_н$; $Q_3 = 0,8 \times 0,2 = 0,16$.

Полученные результаты представлены в таблице и на рис. 6.3.

$n_н$	3	5	8	10	15	20
Q_2, кН	1,50	1,90	2,50	2,90	3,90	4,90
$P_н$, кН	154	126	90	74	51	39
$\Sigma P_н$, кН	462	630	720	740	765	780

Пример 2. Требуется определить нагрузку на одну буроинъекционную сваю после усиления существующего свайного фундамента при следующих исходных данных.

Существующий фундамент, воспринимающий нагрузку N_c = 1 МН, включает 10 свай (n_c = 10), т.е. нагрузка на одну сваю в существующем фундаменте P_c = 0,1 МН. На основе испытаний установлено:

C_{oc} = 50 МН/м $P_{кр.с}$ = 0,2 МН.

Предполагается увеличить вдвое нагрузку на фундамент (ΔN = 1 МН), введя дополнительно 10 буроинъекционных свай. Статические испытания опытных свай показали: $C_{0н}$ = 50 МН/м и $P_{кр.н}$ = 0,2 МН.

Согласно п.6.13 нагрузку на одну буроинъекционную сваю определяем исходя из уравнения (6.20), вычислив предварительно коэффи-

циенты:

$$\beta_1 = 10\left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,2}\right) = 0;$$

$$\beta_2 = 10 + 10\cdot 1\left(1 - \frac{10\cdot 0,1+1}{10\cdot 0,2}\right) + \frac{1}{0,2} = 15;$$

$$\beta_3 = 1.$$

Тогда уравнение (6.20) принимает вид: $-15\,P_н+1=0$, откуда $P_н = 0,067$ МН = 67 кН. Суммарная нагрузка, воспринимаемая буроинъекционными сваями $\sum P_н = 10 \times 0,067 = 0,67$ МН.

Приращение нагрузки на старую сваю определяем по формуле (6.22):

$$\Delta P_c = \frac{1 - 10\times 0,067}{10} = 0,033 \text{ МН} = 33 \text{ кН},$$

т.е. суммарная нагрузка на старую сваю равна

$$0,1 + 0,033 = 0,133 \text{ МН} = 13,3 \text{ кН}.$$

Суммарная нагрузка, воспринимаемая усиленным фундаментом $10 \times 0,067 + 10 + 0,133 = 2,0$ МН. Осадка усиленного фундамента от дополнительной нагрузки по формуле (6.23) равна:

$$S = \frac{1}{10\cdot 50\left(1 - \frac{1 + 0,033}{0,2}\right) + 10\cdot 50\left(1 - \frac{0,1}{0,2}\right)} =$$

$$= 0,0024 \text{ м} = 2,4 \text{ мм}.$$

Приложение I

Техническая характеристика станков вращательного бурения

Показатели	Стационарные					Самоходные			
	ЗИВ-150	ЗИФ-300М	ЗИФ-650А	СБА-500	УТБ-50А(М)	СБУ-150-ЗИВ(ЗИФ)	СБУ-300-ЗИВ	УРБ-2А	БУЛИЗ-15
Глубина бурения, м	150	300	650	300	50-100	150	300	200	15
Диаметр бурения, мм	59-111	59-150	76-250	151	59-250	59-152	76-131	76-146	64-150
Угол бурения к горизонту, град	0-360	45-90	45-90	45-90	90	90	90	90	90
Тип мачты и ее высота, мм	Н-18	Н-18	Н-22	-	8000	9430	9430	9580	-
Тип ходовой части	-	-	-	-	ГАЗ-63А ГАЗ-66	ЗИЛ-157	МАЗ-200	ЗИЛ-157	УАЗ-69
Габаритные размеры установки, мм									
длина	2018	5570	2690	1670	7200	8230	8200	13200	2600
ширина	1774	2430	1360	1130	2000	2350	2800	2250	1750
высота	800	1940	2260	1620	3000	3200	3640	3300	3500
Масса установки, кг	900	1380	2500	1318	5100	9000	12500	10351	2000

Приложение 2

Техническая характеристика станков вращательного бурения с пневматической подачей

Показатели	АБВ-2	АБВ-I	СБР	"Рекорд"
Диаметр скважины, мм	85	70-90	II5	75
Глубина бурения, м	40	50	50	40
Веер скважин, град:				
вертикальных	0-50	0-90	0-I5	360
горизонтальных	0	-	-	360
Габаритные размеры, м:				
высота	I	0,940	0,4	I,9/2,2
ширина	0,42	I,67	I,37	0,4
длина	I,5	2,5	0,9	I,3
Полная масса, кг	I90	400	250	I60
Скорость подачи шпинделя, мм/мин	0-3000	0-3000	0-3000	0-3000
Длина подачи шпинделя, мм	500	500	800	800
Осевое усилие, кН	5,0	7,6	7,8	6,0
Диаметр штанги, мм	42	33,5	50	33,5
Длина штанги, мм	2600	I200	-	-
Мощность двигателя станка, кВт	4,5	4	4	4,5

Приложение 3

Техническая характеристика станков вращательного бурения с гидравлической подачей

Показатели	БАШ-5	СБ-4	БСШ-1	БСШ-2	ПСБ-2т	АБШ-2	АБШ-1	Б-23	БАШ-150
Диаметр скважины, мм	150	150	150	150	200	97-145	90-118	145	150
Глубина бурения, м	50	50	50	50	350	100	100	50	50
Веер скважин, град:									
вертикальных	360	180	360	90 15	120	0-360	0-180	0-360	0-360
горизонтальных	0	0	360	0	360	0,360	=	-	-
Габаритные размеры, м:									
высота	1,5	1,2	2,25	1,55	1,47	1,6+3,36	2,4+3,8	1,58	2,0
ширина	0,95	0,75	1,4	1,0	0,88	1,3	1,3	1,55	1,246
длина	1,4	2,5	2,15	1,9	1,74	3,0	3,22	3,14	2,0
Полная масса, кг	833	1330	2500	1050	2100	4755	4750	1600	1600
Скорость подачи шпинделя, мм/мин	0-3000	0-3200	0-3000	0-3000	-	0-7000	0-4380	0-3000	0-3000
Длина подачи шпинделя, мм	530	500	500	400	600	300	300	400	400
Осевое усилие, кН	80	60	50	30	60	100	67	120	50
Диаметр штанги, мм	89	89	50	50	73	73;89	68,5;73	127	89
Длина штанги, мм	1060	1000	-	-	-	950	1100	1100	865
Мощность двигателя станка, кВт	17	14	11,5	11,5	11,8	30	28	28	28
Способ транспортировки	Ручная поузловая					Самоходная		Ручная поузловая	

Приложение 4

Техническая характеристика буровых агрегатов с пневмоударниками для подземных условий

Показатели	НКР-100М	АБ-2	ЛПС-3	БМН-5
Диаметр коронки, мм	105-110	80-88	130-150	105
Тип пневмоударника	П - I - 75	-	П - 150	М - 1900
Глубина скважины, м	50	100	30-50	50
Диаметр штанги, мм	63	38	50	50
Рабочая длина штанги, мм	1200	-	1000	1230
Масса штанги, кг/м	9,5	7,4	6,5	6,5
Подача бурового снаряда	Автоматическая пневматическая	Пневматическая	Пневматическая	Пневматическая
Ход подачи, мм	365	600	1100	1300
Скорость вращения става штанг, об/мин	76	0-208	30-60	44-76
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Габаритные размеры станка, мм:				
длина	1500	1420	2400	1800
ширина	650	1040	270	960
высота	620	2200	480(2000)	650-1800
Масса станка, кг	360	280	335	150
Направление бурения	0-360°	Веер 0-360°	Веер 0-360°	Веер 0-360°
Размеры выработки, м	2x2,2	2x2,5	2,6x2,6	2x2

Приложение 5

Техническая характеристика пневмоударника

Показатели	М-1900	П-1-75	П-150	М-48
Диаметр, мм				
коронки	110-115	100-110	150	105-110
корпуса ствола	86	90	110-112	92
цилиндра	62	75	98	74
Длина, мм				
с коронкой	528	-	455	-
без коронки	-	450	-	-
Мощность ударника, кВт	2,59	2,16	3,7-4,4	3,1
Число ударов в минуту	1900	2300	2500	1800
Работа единичного удара, Дж	75	75-95	90-110	98
Ход поршня, мм	70	65	55	70
Расход воздуха при давлении 0,5 МПа, м³/мин	4-6	4,3	4,5	6,8
Масса пневмоударника без коронки, кг	12,8	14,5	20,7	16,1
Механическая скорость бурения по крепким породам, мм/мин	38	35	40	40

Приложение 6

Краткая техническая характеристика ситогидроциклонной установки 4СГУ2

Производительность, л/с	60
Количество вертикальных шламовых насосов ВШН-150	I
Тип электродвигателя насоса	А 073-4
Количество вибросит	I
Частота колебаний сетки вибросит в мин	I400, 2000
Размер ячеек сетки в свету, мм	4х4, 5х5
Количество гидроциклонов	4
Диаметр гидроциклонов, мм	I50
Наименьшее допустимое давление перед гидроциклонами, МПа	0,I8
Наименьший размер удаляемых из раствора частиц (при плотности раствора ρ=2,5 г/см^3), мм	0,06
Габаритные размеры установки, мм :	
длина	2760
ширина	2000
высота	2I50
Масса установки, кг	I960

Приложение 7

Краткая техническая характеристика оборудования для приготовления и нагнетания цементирующих растворов

Смесители

Наименование параметров	РМ-300	РМ-500	РМ-750	Турбо-80
Полезная вместимость, л	300	500	750	I35
Частота вращения турбины, об/ м	350	475	570	400
Электродвигатель	А0-52-6	А0-52-6	А02-5I-4	
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	4,5	7,5	I5
Число оборотов электродвигателя, об/мин	950	950	I440	
Направление вращения турбины	Правое	Правое	Правое	
Габаритные размеры, мм				
высота	I43I	I544	2000	
ширина	III0	II58	II00	
длина	I393	I672	I450	

Растворонасосы

Параметры	СО-48	СО-49
Производительность на выходе из растворанасоса, $м^3/ч$, не менее	2,0	4,0
Максимальное давление, МПа, не менее	I,5	I,5
Консистенция перекачиваемых растворов по конусу СтройЦНИИЛ, см, не менее	7	7
Крупность фракций в растворе, мм, не более	5	5
Дальность подачи (при конусн. р-ра I0 см), м		
по горизонтали	50	I50
по вертикали	I5	30
Тип электродвигателя	АОМ2-3I-4	АОМ2-32-4
Условный проход металлического растворовода, мм	40	40
Характеристика вибросита:		
производительность, $м^3$	4	4
вместимость бункера, $м^3$	0,I6	0,I6
размер ячейки сетки, мм	5х5	
Габаритные размеры комплекта, мм:		
длина	3000	
ширина	800	
высота	I200	
Общая масса комплекта, кг, не более	450	587

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Область применения буроинъекционных свай 4
3. Технология изготовления 5
4. Конструирование буроинъекционных свай и свайных фундаментов 12
5. Расчет буроинъекционных свай по несущей способности . . . 19
6. Инженерный метод расчета усиления оснований существующих зданий и сооружений 28
7. Примеры расчета 33
Приложения 39

НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова

Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов из буроинъекционных свай

Отдел патентных исследований и научно-технической информации
Зав. отделом А.И.Юшин
Редактор Т.А.Печенова

Л-109697. Подп. в печать 25.XI.81. Заказ № 1649 . Формат 60x90 1/16
Бумага офсетная. Набор машинописный. Уч.-изд.л. 3,05. Тираж 500 экз.
Цена 20 коп. Заказное

Отпечатано в Производственных экспериментальных мастерских ВНИИИСа Госстроя СССР
[illegible], Можайское шоссе, 25

gost.e-ecolog.ru