МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО
СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА

МИНИСТЕРСТВО
РЕЧНОГО ФЛОТА РСФСР

МИНИСТЕРСТВО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

МИНИСТЕРСТВО
МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава X

СВАЙНЫЕ РАБОТЫ

ВСН 34/X-78

МИНТРАНССТРОЙ

МОСКВА 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА

МИНИСТЕРСТВО
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

МИНИСТЕРСТВО
СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МИНИСТЕРСТВО
РЕЧНОГО ФЛОТА РСФСР

МИНИСТЕРСТВО
МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПРОИЗВОДСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава X

СВАЙНЫЕ РАБОТЫ

ВСН 34/X-78

Минтрансстрой

Утверждены
Министерством транспортного строительства, Министерством морского флота, Министерством рыбного хозяйства СССР, Министерством судостроительной промышленности, Министерством речного флота РСФСР, Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР в 1977 г.

ОРГТРАНССТРОЙ
Москва 1978

УДК 627.33/.4:624.157(083.74)

Глава разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС) Минтрансстроя.

Заместитель директора ЦНИИС Хасхачих Г. Д.

Исполнители: Головачев А. С., Ладыченко К. Д., Луга А. А., Школьников И. Е.

Глава рассмотрена Междуведомственной комиссией, образованной из представителей Минтрансстроя, Минморфлота, Минрыбхоза СССР, Минсудпрома, Минречфлота РСФСР и Минмонтажспецстроя СССР в составе: К. А. Наджаряна (председатель комиссии), Л. Н. Галлера (зам. председателя), О. Н. Кореца, Н. К. Кострова, В. М. Куранова, П. Ф. Кучерявенко, К. Д. Ладыченко, И. М. Медовикова, А. И. Михальчука, М. Д. Офштейна, А. И. Певзнера, В. Ф. Скорощинского, В. А. Терпугова и П. А. Яковлева.

Глава отредактирована и подготовлена к утверждению отделом новых конструкций и материалов Главного технического управления Минтрансстроя.

Технические эксперты Галлер Л. Н., Гольшух В. В.

Ответственный за выпуск И. Е. ШКОЛЬНИКОВ

© Центральный институт совершенствования технологии строительства, нормативных исследований и научно-технической информации в транспортном строительстве «Оргтрансстрой», 1978

Министерство транспортного строительства Министерство морского флота Министерство рыбного хозяйства СССР Министерство судостроительной промышленности Министерство речного флота РСФСР Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР	Ведомственные строительные нормы Технические указания по производству и приемке работ при возведении морских и речных портовых сооружений Глава X. Свайные работы	ВСН 34/X-78 Минтрансстрой Взамен главы X «Свайные работы» «Технических условий производства и приемки работ по возведению морских и речных портовых сооружений» ВСН-34/X-60

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Указания настоящей главы распространяются на производство и приемку следующих видов работ на строительстве морских и речных портовых сооружений с применением свай, свай-оболочек и шпунта:

— подготовительные работы;

— погружение забивных свай, свай-оболочек и шпунта (забивкой, вибрированием, без подмыва и с подмывом);

— бурение грунтов в основании полых свай и свай-оболочек;

— устройство камуфлетно-уширенной пяты в полых сваях и сваях-оболочках;

— выправка свай, срубка голов и другие сопутствующие работы.

Примечания. 1. В настоящих указаниях рассматриваются свайные работы с применением следующих видов свай, свай-оболочек и шпунта:

а) сваи деревянные цельные, сращенные и пакетные;

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства и Главморречстроем Минтрансстроя	Утверждены Министерством транспортного строительства, Министерством морского флота, Министерством рыбного хозяйства СССР, Министерством судостроительной промышленности, Министерством речного флота РСФСР, Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР	Срок введения в действие— 1 сентября 1978 г.

б) сваи железобетонные с предварительно напряженной и ненапряженной продольной арматурой, призматические и цилиндрические, сплошные и полые диаметром до 80 см;

в) сваи стальные двутавровые и трубчатые, с наконечником и без наконечника;

г) железобетонные сваи-оболочки с предварительно напряженной и ненапряженной продольной арматурой;

д) шпунт стальной и железобетонный с предварительно напряженной продольной арматурой, прямоугольного и таврового сечений.

2. Сваями-оболочками называются железобетонные полые цилиндрические трубы диаметром от 81 до 300 см.

3. Указания не распространяются на свайные работы в условиях вечномерзлых, просадочных и подверженных карсту грунтов.

4. Для сокращения в дальнейшем частные термины «свая», «свая-оболочка» и «шпунт» объединяются общим понятием «свайный элемент».

1.2. Работы по устройству свайных фундаментов должны выполняться в соответствии с рабочими чертежами и проектом производства работ. В состав проекта производства свайных работ наряду с материалами, указанными в «Инструкции по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ» СН 47-74 и требований, указанных в СНиП III-45-76 и ВСН 34/I-72, должны входить:

а) планы и сечения конструкций свайных фундаментов;

б) геологические разрезы по основным осям сооружения;

в) сведения о гидрометеорологических условиях на акватории района строительства;

г) сведения о существующих подземных, наземных, подводных и надводных сооружениях и коммуникациях, расположенных в районе строительной площадки;

д) техническая характеристика принятого для производства работ (с учетом возможностей строительной организации) основного сваепогружающего, грузоподъемного, транспортного оборудования и направляющих устройств;

е) указания и технологические схемы по выполнению подготовительных и основных работ;

ж) указания по защите свайных конструкций в период строительства от волнений, паводков, ледоходов, навала судов;

з) данные о необходимости погружения пробных свай, о проведении динамических и статических их испытаний;

и) календарный график производства работ.

1.3. Свайные работы в сложных гидрологических, метеорологических и геологических условиях (высокие приливы и паводки, тайфуны, цунами, тяжелый ледовый режим, оползн-

ни и т. д.), а также в условиях высокой интенсивности движения судов должны производиться в соответствии с индивидуальными проектами производства работ.

1.4. При производстве свайных работ следует соблюдать действующие «Правила техники безопасности и производственной санитарии при производстве строительно-монтажных работ по постройке портовых гидротехнических сооружений», составленные в соответствии с указаниями СНиП III-А.11-70 «Техника безопасности в строительстве». В зимнее время должны выполняться требования «Указаний по технике безопасности для рабочих, выполняющих строительно-монтажные и транспортные работы на льду рек и других водоемов» (Оргтрансстрой, М., 1968).

1.5. Применяемые при производстве свайных работ плавучие средства и береговые механизмы и оборудование должны эксплуатироваться с соблюдением требований Регистра и Госгортехнадзора. Судоходные участки акватории в местах производства работ должны быть оборудованы навигационными знаками.

1.6. Производство свайных работ должно быть обеспечено:

— гидрометеорологическими сводками, а также прогнозами и штормовыми предупреждениями ближайшей гидрометеорологической станции;

— систематическими сведениями об уровнях воды.

1.7. При производстве свайных работ необходимо вести журнал, в котором должны отмечаться основные данные о применяемом оборудовании, материале, форме, глубине заложения острия (ножа) каждого свайного элемента, а также о всех обстоятельствах и затруднениях, встретившихся в процессе работ.

Журнал должен заполняться непосредственно во время и на месте погружения. Заполнение журнала после выполнения работ запрещается.

К журналу прилагается план расположения свай, шпунта и свай-оболочек с указанием их номеров, расстояний между сваями (или сваями-оболочками), зазоров между шпунтинами и отступлений от проектного положения в плане и профиле.

Для шпунтового ряда вычерчивается фасадный чертеж с указанием фактического положения каждой шпунтовой сваи.

Формы журналов и правила их заполнения приводятся в приложении 1. Все страницы журнала должны быть про-

нумерованы, прошнурованы и скреплены печатью строительной организации.

1.8. Всякие отступления от проекта при производстве свайных работ, в том числе превышение установленных допусков расположения свайных элементов в плане и профиле, неполучение расчетного отказа на проектной отметке, применение сваебойного оборудования и способов погружения, отличных от указанных в проекте производства работ и влияющих на несущую способность свайных элементов, подлежат обязательному согласованию с проектной организацией.

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Общие указания

2.1. Основным работам по погружению свайных элементов должно предшествовать:

а) выполнение работ подготовительного периода в соответствии с проектом организации строительства в целом и проектом производства работ для данного конкретного портового сооружения в объемах, обеспечивающих нормальное производство свайных работ с соблюдением требований глав СНиП III-1-76 и III-45-76 и главы 1 настоящих Технических указаний (ВСН 34/I-72);

б) выполнение и принятие по акту работ, предшествующих свайным работам, в соответствии с проектом производства работ;

в) проверка наличия технической документации в соответствии с п. 1.2 и ознакомление с рабочими чертежами свайного основания сооружения и проектом производства свайных работ;

г) выбор способа погружения свайных элементов, сваепогружающего и вспомогательного оборудования и механизмов, разработка новых или привязка типовых технологических карт на основные виды свайных работ в случае отсутствия проекта производства работ при строительстве мелких объектов;

д) детальная разбивка свайного основания;

е) подводное обследование дна в районе погружения свайных элементов водолазами или с помощью установок подводного телевидения с целью удаления подводных препятствий или ограждения их сигнальными плавучими знаками;

ж) подготовка сваепогружающего и вспомогательного

оборудования и обустройств для производства свайных работ;

з) приемка и подготовка свайных элементов;

и) проведение динамических и статических испытаний пробных свайных элементов в соответствии с указаниями проекта производства работ.

Разбивочные работы

2.2. Разбивку и закрепление знаками в натуре свайного сооружения следует производить с соблюдением требований главы 2 настоящих Технических указаний (ВСН 34/II-73) и главы СНиП III-45-76 в следующем порядке:

а) установка постоянных реперов и мареографа (водомерного поста) с привязкой их к триангуляционной сети;

б) прокладка и закрепление магистральной линии с привязкой к постоянным реперам;

в) разбивка и закрепление основных линий сооружения;

г) детальная разбивка свайного фундамента (т. е. продольных и поперечных рядов свайных элементов).

Примечания. 1. На продольных основных осях сооружения (пункт «в») должны быть показаны и закреплены на местности знаками точки начала и конца сооружения, его повороты в плане.

2. Работы в соответствии с пунктами «а», «б» и «в» выполняются заказчиком и передаются по акту строительной организации с предъявлением в натуре опорных знаков геодезической основы и основных разбивочных линий. К акту прилагаются схема знаков разбивки, данные о привязке к базисной линии и к знакам государственной триангуляции или другой сети, принятой за исходную.

2.3. Опорные знаки должны быть незыблемы и по своей конструкции отвечать требованиям технических условий производства геодезических работ, а также требованиям правил безопасного судоходства в случае расположения знаков на акватории. Неизменность положения опорных знаков должна регулярно проверяться заказчиком не реже одного раза в месяц. При наличии обстоятельств, вызывающих сомнение в сохранении каким-либо знаком начального положения, проверка его должна производиться немедленно. Знаки, расположенные на акватории, должны проверяться также после шторма, паводка, подвижки льда, навала судна и других механических воздействий.

Результаты проверок должны оформляться актом.

2.4. При детальной разбивке свайного основания или шпунтового ряда должны быть закреплены следующие линии:

а) оси двух крайних продольных рядов свайных элементов (или ось шпунтовой стенки);

б) оси первого и последнего поперечных рядов свайных элементов;

в) оси нескольких промежуточных (через 20—30 м) поперечных рядов свайных элементов.

2.5. Закрепление линий детальной разбивки на местности допускается выполнять знаками облегченной конструкции:

— на суше и подмостях—деревянными столбами, вехами, штырями;

— на дне водоемов—шаблонами, рельсами, натянутой проволокой;

— на акватории—береговыми створами из нескольких хорошо видимых знаков или посредством вех или буев с установкой на последних (в местах возможного судоходства) сигнальных навигационных знаков.

Примечание. Разбивочные линии свайных элементов на суше (обычно в виде натянутых проволок) следует смещать от своего проектного положения в плане так, чтобы не мешать погружению свайных элементов. Точное их положение определяется промерами от разбивочной линии.

2.6. Положение промежуточных продольных и поперечных рядов свайных элементов между крайними или ранее разбитыми промежуточными рядами, а также положение отдельных свайных элементов в ряду устанавливается в процессе свайной бойки промерами от закрепленных осей или вспомогательных осей, закрепленных на ранее погруженных свайных элементах.

2.7. Точность разбивки и высотной привязки основных линий сооружений устанавливается проектом в соответствии с видом сооружения.

2.8. При использовании направляющих устройств в виде инвентарных перемещающихся кондукторов или неподвижных жестких направляющих для точного взаиморасположения свайных элементов в плане и профиле с соблюдением установленных допусков должна обеспечиваться правильная их установка в первоначальное рабочее положение и контроль их положений по мере передвижения.

2.9. Знаки опорной геодезической сети, плановой и высотной разбивок должны быть сохранены в течение всего периода производства свайных работ и переданы приемочной комиссии по свайным работам со всеми документами по разбивкам в соответствии с перечнем, указанным в приложении 1а.

Приемка, подготовка, транспортирование и складирование свайных элементов

2.10. Конструкция и изготовление свайных элементов, применяемых на строительстве морских и речных портовых сооружений, должны отвечать требованиям проекта, стандартов, СНиП и настоящих Технических указаний.

2.11. Деревянные сваи должны изготовляться из лесоматериалов, удовлетворяющих требованиям главы II-17-77 СНиП и действующего ГОСТа на лес гидротехнический.

Лес должен быть окоренный, без сучьев и наростов, как правило, зимней рубки. Свайные бревна должны быть правильной формы с допускаемым односторонним искривлением не более 1% от длины (но не более 12 см), разность диаметров комля и поперечного сечения бревна на расстоянии 1,0 м от комля не должна превышать 10 см, сбежистость допускается не более 1 см на 1 м длины бревна, причем первый метр от комля не учитывается. Лесоматериал перед изготовлением из него свай или шпунта должен быть освидетельствован комиссией с участием представителя заказчика.

Изготовление и приемка клееных свай и шпунта должны осуществляться согласно действующим инструкциям.

При изготовлении деревянных свай и шпунта (учитывая возможность размочаливания голов при забивке) их длина должна быть увеличена на 30—50 см против проектной.

Способы защиты древесины свай и шпунта от гниения и морских древоточцев предусматриваются проектом.

Стыки деревянных свай выполняются в соответствии с проектом. При отсутствии указаний проекта рекомендуются конструкции стыков для составных и пакетных свай, указанные в п. 2.12.

2.12. Стыки составных свай осуществляют впритык со стальным штырем, входящим в заранее высверленное отверстие. Длину штыря принимают равной диаметру стыкуемых бревен, а его диаметр—20—30 мм. Стыкуемые бревна связывают не менее чем четырьмя стальными накладками с постановкой не менее двух болтов на каждом конце накладки. В необходимых случаях (при работе на горизонтальную нагрузку) вместо накладок следует применять металлические муфты. Длину накладок и муфты принимают равной четырем диаметрам стыкуемых элементов.

Стыки бревен в пакетных сваях располагают вразбежку на расстоянии не менее 1,5 м друг от друга и перекрывают металлической накладкой с постановкой не менее двух бол-

тов на каждом конце накладки дополнительно к болтам, установленным через 0,5 м и скрепляющим бревна в пакет.

Диаметр болтов не менее 16 мм.

2.13. Верхние концы деревянных свай обрезают строго перпендикулярно к их оси; нижний конец сваи должен быть заострен в виде четырехгранной или трехгранной пирамиды с вершиной, лежащей на оси сваи. Заострение должно иметь длину 1,5 диаметра сваи, а само острие должно быть притуплено. При наличии в грунте твердых включений на острие сваи надевают башмак.

При забивке деревянных свай молотами одиночного действия или трубчатыми дизель-молотами необходимо укреплять голову сваи стальным кольцом (бугелем), предохраняющим голову деревянной сваи от размочаливания. Для штанговых дизель-молотов и молотов двойного действия применение бугеля не обязательно.

2.14. Стальные трубчатые свайные элементы, поступающие в готовом виде или изготавливаемые из стандартных труб на строительстве, должны удовлетворять действующим стандартам на стальные трубы и сварные швы. Сваи не должны иметь вмятин и трещин. Наибольшая допускаемая кривизна сваи не должна превышать 1 : 200 ее длины. Оформление нижнего конца (открытый или закрытый) устанавливается проектом.

Наконечник изготавливают 6—8-гранным, длиной, равной 1—1,5 диаметра трубы, из стали толщиной, равной толщине стенки трубы, и приваривают к последней по всему контуру. Для труб диаметром более 30 см с внутренней стороны наконечника ставятся ребра жесткости.

2.15. Стыки стальных трубчатых свай выполняют в соответствии с проектом из условия обеспечения равнопрочности стыка основному сечению сваи. В случае отсутствия конструкции стыка в проекте рекомендуется стык впритык электросваркой с обработкой концов труб фаской под углом 45°.

Несовпадение окружностей торцов стыкуемых труб в плоскости стыка не должно превышать 2 мм для свай диаметром до 80 см и 3 мм для свай диаметром более 80 см. Местные неровности на торцевой поверхности труб не должны превышать 2 мм. Наклон верхней торцевой плоскости к оси свайного элемента не должен превышать 0,3%.

2.16. Стальные шпунты должны отвечать требованиям ГОСТ и специальных технических условий на их изготовление.

Каждая партия стального шпунта, поступающая с заво-

да-изготовителя на строительство, должна сопровождаться заводской документацией согласно ГОСТ 7566—69*.

2.17. Для проверки формы и прямолинейности замков рекомендуется протаскивание через замок обрезка шпунтины длиной не менее 2 м. Одновременно производится выправление небольших изгибов шпунта и вмятин замков. Вырезка дефектных мест замка разрешается на длине не более 50 см и не более одной на шпунтину. Замки шпунта смазываются.

2.18. При использовании стального шпунта с замками пазового типа низ переднего по ходу (забивки) замка следует закрывать специальной стальной пробкой, которая затем выбивается последующей шпунтиной. Перед погружением стального шпунта вибропогружателями в нем вырезаются (по шаблону) отверстия, необходимые для крепления наголовника, если не предусмотрено применение специальных самозакрепляющихся наголовников.

2.19. Для ускорения работ по погружению стального шпунта разрешается при достаточной мощности погружающего оборудования производить заблаговременную укрупнительную сборку шпунтин и пакеты на горизонтальных стеллажах, оборудованных катками или без них, или на вертикальных стендах. Шпунтины в пакетах закрепляются сваркой.

2.20. Железобетонные свайные элементы должны быть изготовлены в соответствии с требованиями проекта, ГОСТ 19804—74 и ГОСТ 17382—72, СНиП II-17-77, глав VIII и XIII ВСН-34.

Допустимые отклонения размеров железобетонных свайных элементов приведены в приложении 2.

2.21. Каждая партия железобетонных свайных элементов должна иметь паспорт, в котором указываются:

а) наименование предприятия-изготовителя и его адрес;

б) номер паспорта (номер партии);

в) дата составления паспорта;

г) марка свайного элемента;

д) количество свайных элементов в партии;

е) даты изготовления и приемки партии ОТК и номер браковщика ОТК;

ж) отпускная прочность бетона свайного элемента;

з) результаты испытаний на трещиностойкость;

и) данные по морозостойкости, водонепроницаемости и другим требованиям, оговоренным в заказе;

к) номер стандарта (ГОСТа).

Примечание. Паспорт должен быть подписан начальником ОТК или другим ответственным представителем предприятия-изготовителя.

2.22. При приемке железобетонных свайных элементов следует проверить по паспорту их соответствие требованиям проекта.

Запрещается применять свайные элементы без паспорта и не отвечающие требованиям проекта.

2.23. На торце или на боковой поверхности на расстоянии 0,5 м от торца свайного элемента должны быть нанесены предприятием-изготовителем несмываемой краской марка конструкции, дата изготовления и номер партии.

2.24. Подъемные петли железобетонных призматических свай и шпунтин, а также места строповки круглых полых свай и свай-оболочек, отмеченные несмываемой краской, должны находиться на расстоянии 0,2 их длины от концов без учета длины острия.

Места строповки железобетонных призматических свай и шпунтин для подъема за одну точку на копер фиксируются металлическими штырями, заделанными в бетон при изготовлении, или несмываемой краской на круглых полых сваях и сваях-оболочках.

2.25. Секции наращиваемых круглых полых свай и свай-оболочек должны предварительно пройти контрольное стыкование между собой и с наконечником для проверки соосности всех элементов, плотности стыковых поверхностей и совпадения фланцевых отверстий.

При стыковании секций между собой и с наконечником или ножом необходимо соблюдать следующие условия:

а) отклонения размеров металлических стыковых фланцев и ножей должны находиться в пределах допусков, указанных в СНиП II-17-77;

б) отклонение оси устанавливаемой секции от направления оси ранее установленной секции не должно превышать 2 мм на каждый метр длины секции;

в) поверхности стыкуемых фланцев должны плотно прилегать друг к другу; местные неплотности (зазоры) не должны быть более 1,5 мм.

2.26. Стыкование секций круглых полых свай и свай-оболочек диаметром до 2 м следует производить на горизонтальном стенде, оборудованном роликовыми опорами и механизмами для поворота секций вокруг оси. Сваи-оболочки диаметром 3 м целесообразно стыковать в вертикальном положении.

Секции, прошедшие контрольное стыкование, должны быть замаркированы и размечены масляной краской для правильного соединения их при погружении.

2.27. При наличии грузоподъемного, транспортного и погружающего оборудования, обеспечивающих доставку на место и погружение конструкций в укрупненном виде, целесообразно производить полное стыкование на стенде, руководствуясь при этом следующим:

а) прочность соединения секций на болтовых и сварных фланцевых стыках должна быть не меньше прочности железобетонного поперечного сечения сваи или сваи-оболочки между стыками при работе на продольную силу и на изгиб;

б) применение каких-либо податливых прокладок между фланцами запрещается;

в) гайки фланцево-болтовых соединений секций после затяжки должны быть приварены к болтам во избежание их ослабления в процессе погружения. Вследствие затруднений с контролем равномерности натяжения болтов суммарную прочность болтов необходимо назначать на 20—30% выше расчетной;

г) при наличии неплотностей или необходимости обеспечения водонепроницаемости соединения фланцы болтовых соединений следует обварить по периметру конструктивным швом;

д) соединение секций сваркой необходимо производить нижним швом, с поворотом свай-оболочек вокруг оси. Сварку следует производить электросварочным полуавтоматом под флюсом или ручной дуговой сваркой электросварщиком высокой квалификации (не ниже 5 разряда). Сварка должна производиться по утвержденным техническим правилам для трубопроводов большого диаметра и высокого давления;

е) при стыковании секций путем сварки выпусков стержней двусторонними накладками, с целью снижения реактивных неравномерных напряжений от сварки и обеспечения необходимой прочности стыков на воздействие динамической нагрузки при погружении рекомендуется следующая технология:

— после выверки положения стыкуемых секций сварить четыре пары выпусков, расположенных во взаимно перпендикулярных диаметральных плоскостях;

— скрепленные секции расклинить несколькими парами симметрично расположенных стальных клиньев;

— продолжить сварочные работы, по возможности, двумя сварщиками, одновременно сваривая две пары диаметрально расположенных стержней;

— после окончания стыкования всех стержней удалить клинья;

ж) сварные стыки между секциями перед заделкой их бетоном должны быть приняты и оформлены актом на скрытые работы. К акту должны быть приложены документы об испытании сварных образцов на прочность, относительное удлинение и ударную вязкость, данные о фактических параметрах сварного шва;

з) для омоноличивания, а также изоляции сварных стыков на выпусках рекомендуется применять бетон на быстротвердеющем цементе марки по прочности не менее 500 с укладкой в опалубку и уплотнением виброиглой или торкретированием по предварительно установленной в месте стыка стальной сетке с ячейкой 10—15 мм из проволоки диаметром 1—3 мм. С целью ускорения твердения бетона целесообразно использовать паропрогрев или электронагрев с постоянным увлажнением. Для электронагрева могут быть применены сварочные агрегаты. Наложение на бетон противокоррозийной изоляции следует производить по достижении им прочности не менее 70% от проектной;

и) стальные элементы фланцево-болтовых соединений и обечаек следует также защищать торкрет-бетоном или омоноличивать бетоном марки не ниже 400. При этом бетонную смесь или торкрет-бетон следует приготовлять с применением цементов и заполнителей, устойчивых против воздействия данной среды, и укладывать по предварительно установленной в месте стыка стальной сетке;

к) к моменту погружения или подъемно-транспортных операций бетон омоноличивания должен иметь прочность не менее марки бетона конструкции.

2.28. Противокоррозийное покрытие свайных элементов, если оно предусматривается проектом, рекомендуется наносить на заводе, и только в исключительных случаях, а также в зонах омоноличивания стыков—на строительной площадке с соблюдением указаний СНиП III-23-76.

2.29. С целью контроля погружения свайных элементов производят их разметку по длине. Разметку выполняют несмываемой краской на видимой при погружении стороне свайного элемента.

На нижней части длины свайного элемента, которая в начале погружения будет находиться в воде, отметки наносят через метр, а выше: на сваях и шпунтинах—через полметра, а на сваях-оболочках—через 10 см. Отметки метров обозначаются цифрами.

2.30. Все подъемно-транспортные операции со свайными элементами надлежит производить в соответствии с требова-

ниями проекта производства работ с соблюдением мер предосторожности против появления трещин, повреждения пазов, гребней, нарушения противокоррозийных покрытий и возникновения прочих дефектов.

2.31. Отгрузку железобетонных свайных элементов с предприятия-изготовителя и подъемно-транспортные операции с железобетонными свайными элементами, изготовленными на строительстве, разрешается производить не ранее достижения бетоном проектной прочности.

2.32. Погрузочно-разгрузочные работы необходимо осуществлять сухопутными или плавучими кранами с соответствующими грузоподъемностью и вылетом стрелы.

Подъем свайных элементов, находящихся в горизонтальном или вертикальном положении, должен во всех случаях производиться при вертикальном положении грузоподъемного полиспаста.

Кантование свайных элементов, перемещение их волоком и сбрасывание с высоты не допускаются.

2.33. Строповка свайных элементов при подъеме должна производиться в местах, предусмотренных проектом.

В случае необходимости, например, для укрупненных свайных конструкций, количество точек строповки и их расположение определяется по расчету на прочность и трещиностойкость от нагрузки собственного веса с коэффициентом динамичности, равным 1,5, исходя из равенства максимальных напряжений в поперечных сечениях по длине свайной конструкции в точках и между точками строповки.

2.34. Строповка железобетонных свайных элементов, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 19804—74, 17382—72, производится в двух точках за петли или петлевыми стропами с мягкими прокладками, обеспечивающими сохранность ребер, гребней, пазов и прочих выступающих конструктивных деталей.

Угол наклона стропов к горизонту должен быть не менее 60°.

2.35. Подъем свайных элементов, у которых величина отношения расстояния между точками строповки к размеру поперечного сечения в плоскости стропов более 30, а также свайных элементов, которые должны стропиться более чем в двух точках, необходимо производить с применением траверсы.

2.36. Все операции, связанные с переводом железобетонных свайных элементов из горизонтального положения в вертикальное, должны производиться плавно, без рывков и уда-

ров, чтобы в них не могли возникнуть изгибающие моменты, превышающие допускаемые по трещинообразованию.

2.37. Свайные элементы, выполненные в соответствии с ГОСТ 19804—74 и ГОСТ 17382—72, разрешается стропить при переводе в вертикальное положение за одну точку, расположенную на расстоянии 0,3 длины элемента от верхнего конца и обозначенную обычно штырем. Перевод свайного элемента в вертикальное положение со строповкой за верхнюю петлю, расположенную на расстоянии 0,2 длины элемента от верхнего конца, разрешается производить только при использовании второго крюка крана грузоподъемностью не менее 50% веса свайного элемента для строповки свайного элемента за точку, отстоящую на 0,2 длины элемента от его нижнего конца, или при условиях, обеспечивающих свободный свес нижнего конца свайного элемента с понтона или подмостей на всем этапе подъема свайного элемента за верхнюю точку для свободного поворота его вокруг опоры, расположенной на расстоянии 0,2 длины элемента от его нижнего конца.

При многоточечной строповке длинных свайных элементов перевод из горизонтального положения в вертикальное осуществляется с помощью специальных траверс.

2.38. Для строповки свай-оболочек при подъеме их в вертикальном положении рекомендуется применять приспособления жесткой конструкции, прикрепляемые к фланцам или выпускам продольных стержней арматуры.

2.39. Транспортирование свайных элементов на суше разрешается осуществлять на любых средствах, обеспечивающих безопасность движения на путях перевозки и сохранность перевозимых элементов. В пределах акватории свайные элементы следует транспортировать на палубных баржах или плашкоутах, имеющих достаточную плавучесть и остойчивость и проверенных расчетом на восприятие сосредоточенных усилий от веса свайных элементов.

2.40. При наличии плавкранов грузоподъемностью, превышающей в 1,5 раза вес свайного элемента, допускается транспортировать свайный элемент на крюке крана в вертикальном положении.

2.41. Стальные трубчатые сваи и железобетонные сваи-оболочки диаметром 1,6 м и более разрешается транспортировать на плаву в горизонтальном положении с водонепроницаемыми заглушками на торцах. Заглушки следует делать инвентарными с резиновыми уплотнениями.

2.42. При перевозке и складировании железобетонные сваи, шпунт и сваи-оболочки диаметром до 2 м необходимо укладывать горизонтально на подкладки и прокладки, расположенные под подъемными петлями в одной вертикальной плоскости для всех рядов.

Прокладки должны иметь толщину на 2 см больше высоты петель и ширину не меньше 15 см. Подкладки и прокладки для круглых свай и свай-оболочек должны иметь выкружки того же радиуса.

Сваи-оболочки диаметром 3 м следует перевозить и хранить в вертикальном положении. На время перевозки на транспортных средствах их необходимо раскреплять оттяжками.

2.43. Места складирования запаса свайных элементов необходимо выбирать возможно ближе к копрам или кранам. Элементы следует укладывать в штабеля с таким расчетом, чтобы не производить их перекантовки при строповке.

Количество рядов в штабелях по высоте должно быть не более:

— 4 рядов для призматических и полых круглых свай диаметром до 0,6 м и прямоугольного шпунта;

— 2 рядов для полых круглых свай диаметром 0,6—0,8 м, таврового шпунта и свай-оболочек диаметром 1,2 м;

— 1 ряда для свай-оболочек диаметром более 1,2 м.

Расположение штабелей должно быть удобным для подъезда кранов и транспортных средств и производства погрузочно-разгрузочных операций.

Выбор оборудования для погружения свайных элементов

2.45. Способ погружения свайных элементов и применяемое оборудование должны соответствовать указаниям проекта производства работ для данного сооружения. В случае отсутствия проекта производства работ выбор погружающего оборудования следует производить, руководствуясь принятым методом производства работ в проекте организации строительства (с берега, с подмостей или с воды), указаниями рабочих чертежей (размеры, вес и материал свайных элементов, отметки голов в погруженном состоянии и т. д.), местными техническими и природными условиями (наличие соответствующего оборудования, энергии, транспортных путей, глубина, скорость течения, расположение соседних сооружений и т. д.) и указаниями настоящего раздела.

Примечание. Наклонные сваи необходимо погружать, как правило, теми же видами свайного оборудования, какими производится забивка вертикальных свай. Направление хода наклонной сваи создается соответствующим наклоном копровой стрелы или специальными направляющими устройствами (каркасы, наклонные направляющие рамы и т. п.).

2.46. В портовом строительстве применяются два основных способа погружения свайных элементов: забивка молотами и вибропогружение. В необходимых случаях (см. п. 2.56) указанные способы погружения сочетаются с другими дополнительными способами, а именно: лидерное бурение, подмыв, разработка грунта внутри полых свай и свай-оболочек и т. д.

2.47. При правильном подборе энергии удара и веса ударной части молота забивной способ погружения применим к любым видам свайных элементов в любых грунтовых условиях, за исключением скальных, крупнообломочных грунтов и грунтов, имеющих включения валунов и других крупных крепких инородных тел.

2.48. Выбор молота для забивки свайных элементов производится исходя из предусмотренной проектом расчетной несущей способности свайного элемента и его веса. Необходимая минимальная энергия удара молота Э определяется по формуле

$$Э = 1{,}75\ a \cdot P, \qquad (2.1)$$

где Э—энергия удара молота, кгс · м;

a—коэффициент, равный 25 кгс · м/тс;

P—расчетная несущая способность свайного элемента по грунту, указанная в проекте, тс.

Принятый тип молота с расчетной энергией удара $Э_р$ должен удовлетворять условию

$$к = \frac{Q_п + q}{Э_р} \leqslant к_п, \qquad (2.2)$$

где к—коэффициент применимости молота, который должен быть не более величин $к_п$, приведенных в табл. 2.1;

$Q_п$—полный вес молота, кгс;

q—вес сваи (включая вес наголовника и подбабка), кгс;

$Э_р$—расчетная энергия удара принятого молота, кгс · м.

Расчетное значение энергии удара принимается:

для подвесных паровоздушных молотов одиночного действия $Э_р = Q \cdot H$;

для паровоздушных молотов двойного действия—согласно паспортным данным;

для трубчатых дизель-молотов $Э_р = 0{,}9\,Q \cdot H$;

для штанговых дизель-молотов $Э_р = 0{,}4\,Q \cdot H$,

где Q—вес ударной части молота, кгс;

H—фактическая высота падения ударной части молота, м.

Для дизель-молотов допускается принимать высоту падения ударной части молота на стадии окончания забивки свайного элемента, равной:

для трубчатых—2,8 м;

для штанговых при весе ударных частей 1250, 1800 и 2500 кгс—соответственно 1,7, 2 и 2,2 м.

Таблица 2.1

Тип молота	Коэффициент $к_п$ при материале свай		
	дерево	сталь	железобетон
Молоты двойного действия и трубчатые дизель-молоты	5,0	5,5	6,0
Молоты одиночного действия и штанговые дизель-молоты . . .	3,5	4,0	5,0
Подвесные молоты	2,0	2,5	3,0

При забивке стального шпунта, свай из стальных труб с открытым нижним концом и из двутавровых балок, а также при погружении свайных элементов любого типа с подмывом указанные в табл. 2.1 значения коэффициентов увеличиваются в 1,5 раза.

При выборе молотов следует учитывать также их технические возможности по забивке наклонных свай (см. табл. 2.2), причем вычисленную с использованием формулы (2.1) энергию удара следует умножить на повышающий коэффициент $к_1$, приведенный в табл. 2.3.

Таблица 2.2

Молоты	Предельный наклон забиваемых свайных элементов
Дизельные	4 : 1
Подвесные	1 : 1
Одиночного действия	1 : 1
Двойного действия	не ограничен

Таблица 2.3

Наклон сваи	Коэффициент k_1
5 : 1	1,1
4 : 1	1,15
3 : 1	1,25
2 : 1	1,4
1 : 1	1,7

При необходимости пробивки прослоек плотных грунтов следует применять молоты с энергией удара, большей, чем определяемая по формулам (2.1) и (2.2), или забивать свайные элементы с применением лидерных скважин.

2.49. Выбранный молот следует проверить на минимально допустимый расчетный отказ свайного элемента, равный 0,2 см. Расчетный отказ свайного элемента (см. п. 3.9) при забивке выбранным молотом определяется по формуле (3.1).

Если при расчете по формуле (3.1) получается отказ $e_p < 0{,}2$ см, необходимо принять молот с большой энергией удара и повторить для него расчет.

2.50. При одинаковой энергии удара для забивки железобетонных свайных элементов предпочтение следует отдавать молотам с большим весом ударной части и меньшей ударной скоростью, так как они создают более низкие напряжения в свайном элементе при забивке.

2.51. Для погружения в песчаные грунты стального шпунта, пустотелых стальных труб с открытым концом, прокатных профилей в виде двутавровых балок и других стальных элементов с малой площадью поперечного сечения целесообразно применять вибромолоты, молоты двойного действия с повышенной частотой ударов и вибропогружатели. Последние также следует применять для погружения свай-оболочек.

2.52. Необходимый тип вибропогружателя или вибромолота выбирают на основе данных действующего «Типажа вибропогружателей и вибромолотов для нужд транспортного строительства» (Оргтрансстрой, М., 1965).

Тип вибропогружателя в зависимости от грунтовых условий и глубины погружения следует подбирать по отношению

$$\frac{K_0}{Q_в},$$

где K_0—статический момент массы дебалансов, т·см;

$Q_в$—суммарная масса вибропогружателя, наголовника и свайного элемента, т.

Величина этого отношения при применении вибропогружателей с частотой вращения дебалансов 300—500 в мин должна быть не менее приведенной в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Грунтовые условия	$K_0/Q_в$, см при глубине погружения, м	
	до 15	более 15
Легкие	0,8	1,0
Средние	1,1	1,3
Тяжелые	1,3	1,6

Легкими грунтами являются водонасыщенные пески малой плотности, особенно мелкие, илы, торф, плывуны, мягко- и текучепластичные глинистые грунты малой плотности с коэффициентом пористости более 0,7÷1,0, погружение в которые не требует извлечения грунта из внутренней полости свай-оболочек.

К средним грунтам относятся влажные пески и супеси, туго- и мягкопластичные суглинки и глины с включениями гальки и гравия до 20%, которые требуют периодического подмыва или извлечения грунта из внутренней полости свай-оболочек в ограниченном размере без подборки или подмыва ниже ножа.

Тяжелыми грунтами, требующими извлечения из полости сваи-оболочки с подборкой ниже ножа или сильного подмыва, являются гравийные грунты, гравелистые пески, глинистые твердые и полутвердые грунты малой влажности, в том числе с включениями гравия и гальки свыше 20%.

При этом необходимо, чтобы вынуждающая сила вибропогружателя превосходила не менее чем в 1,5 раза суммарный вес свайного элемента наголовника и вибропогружателя.

2.53. При выборе вибропогружателя необходимо также иметь в виду, что при погружении в водонасыщенные песчаные и текучепластичные глинистые грунты можно применять более высокую частоту вибрации (450—550 в мин), при погружении в глинистые и крупнозернистые песчаные грунты с гравием и галькой рекомендуется применять режимы с наибольшим моментом дебалансов и невысокой частотой вибрации (300—450 в мин). Во всех случаях предпочтительнее применять вибропогружатели с регулируемыми на ходу параметрами частоты колебаний и момента дебалансов.

2.54. В случае необходимости разрешается применение спаренных синхронно работающих вибропогружателей. Спаренные вибропогружатели должны при этом иметь электромеханическую синхронизацию.

2.55. Окончательным критерием правильности выбора погружающего механизма является пробное погружение не менее трех свайных элементов в наиболее характерных пунктах данной площадки.

2.56. В случаях тяжелых условий погружения (отказ при забивке менее 0,2 см или скорость вибропогружения менее 2 см/мин) необходимо применять дополнительные облегчающие погружение мероприятия согласно п. 2.46.

2.57. Выбор копрового или грузоподъемного оборудования для подвески погружающего снаряда и производства подъемно-транспортных операций со свайными элементами обусловливается принятым в проекте методом производства работ (на плаву, с берега или с подмостей), видом погружающего снаряда и его весом, весом свайного элемента, необходимой полезной высотой подъема и местными условиями. Основные технические характеристики плавучих копров и кранов, применяемых в портовом строительстве, приведены в приложении 3.

2.58. Работа с молотами осуществляется со специальных копровых установок (плавучих или сухопутных) или с кранов, оборудованных подвесными или навесными копровыми стрелами. При выборе копрового оборудования следует иметь в виду, что из-за большого веса и длин свайных элементов, применяемых в портовом строительстве, в большинстве случаев наиболее рационально применять плавучие полноповоротные копровые установки с изменяемым вылетом копровой стрелы.

Примечание. Копровые установки применяют также и для работы с вибропогружателями, причем последние должны быть оборудованы специальными захватами или роликами.

2.59. Плавучие копры, используемые при строительстве морских и речных гидротехнических сооружений, должны соответствовать требованиям Морского и Речного регистров СССР и иметь средства, обеспечивающие стабильное положение копра в период производства работ.

2.60. Устойчивость положения плавучих копров обеспечивается путем закрепления системой якорных устройств.

При соответствующей конструкции плавучего копра допускается закрепление его при помощи специальных анкерных свай.

2.61. Плавучие копры, используемые в местах, подверженных волнению, должны быть оборудованы не менее чем шестью якорными устройствами: носовым, кормовым и четырьмя папильонажными, направленными примерно под углом 45° к направлению первых двух.

При работе в защищенных от волнения местах разрешается закреплять копры четырьмя якорями.

2.62. Каждое якорное устройство должно состоять из следующих элементов:

а) якоря, тип и вес которого определяются по правилам Морского (Речного) регистра СССР в зависимости от типа судна, его характеристики и района плавания;

б) стального или пенькового троса или якорной цепи сечением, определяемым теми же правилами регистра, и длиною, обеспечивающей заброску якоря от судна не менее 8 глубин воды у якоря;

в) механизма для навивки якорного троса грузоподъемностью, в 2,5 раза превышающей вес якоря;

г) буйка, прикрепленного канатом к якорю, предназначенного для обозначения его места.

2.63. Передвижение плавучего копра от забитой сваи к вновь забиваемой производится за счет подтягивания одних и ослабления других якорных цепей (тросов).

Рабочее положение плавучего копра следует закреплять натяжением всех якорных цепей (тросов).

2.64. Перекладка якорей в новое положение производится с помощью крана-якорницы грузоподъемностью, в 2,5 раза превышающей вес самого тяжелого якоря данного судна.

2.65. При забивке большого количества свай при одинаковых поперечных рядах (пирсы, молы и т. п.) рекомендуется применять копры с несколькими стрелами на каждом.

2.66. При отсутствии специализированных плавучих копров заводского изготовления допускается применение береговых копров, установленных на понтонах или баржах, а также на плотах при работе на защищенных акваториях.

Переоборудование береговых копров в плавучие должно производиться по проектам, обоснованным расчетами грузоподъемности, остойчивости и удовлетворяющим другим требованиям, предъявляемым к плавучей конструкции.

2.67. При установке копра на плоты необходимо выполнить следующие требования:

а) плоты должны обладать достаточным запасом плавучести и остойчивости, принимая за расчетную нагрузку вес копра с оборудованием и свайными элементами, находящи-

мися на копре, а также вес пригрузки, уравновешивающей плот;

б) плоты должны иметь достаточную остойчивость, допускающую укладку на любой край плота дополнительного груза, равного весу молота;

в) плот должен обладать достаточной жесткостью и прочностью.

2.68. При переоборудовании сухопутных копров в плавучие для сокращения времени на перемещение копра от одного свайного элемента к другому допускается установка копра на рельсы, уложенные на палубе судна параллельно его борту и на плоту параллельно его длинной стороне. Установленный в требуемое положение копер должен жестко закрепляться до конца погружения очередного свайного элемента соответствующими приспособлениями (рельсовыми захватами, аутригерами и т. п.).

2.69. Подача свайных элементов с баржи (понтона, шаланды) в направляющие стрелы плавучих копров (за исключением полноповоротных копров, для которых разрешается установка свайных элементов с помощью копровой свайной лебедки) должна производиться автономными кранами, которые могут устанавливаться на том же судне, где и копер, или плавучими кранами, располагающимися для этой цели между плавкопром и баржей со свайными элементами.

2.70. Грузоподъемность крана при вибропогружении шпунта должна быть не менее удвоенного веса вибропогружателя (вибромолота) и шпунтины. Высота подъема крюка и вылет стрелы должны допускать возможность подъема вибропогружателя (вибромолота) с прикрепленной шпунтиной и заводку ее в замок ранее погруженной шпунтины с минимальным количеством передвижек крана. На работах по вибропогружению шпунта рекомендуется применять стреловые полноповоротные краны с фрикционным включением грузовых лебедок.

2.71. При вибропогружении свай и свай-оболочек необходимо применять краны с грузоподъемностью на 25—30% больше веса вибропогружателя с наголовником или веса свайного элемента (или его секции), если вес последнего больше веса вибропогружателя с наголовником. Высота крюка и вылет стрелы крана в этом случае должны обеспечивать возможность подъема вибропогружателя с наголовником на 1 м над головой ранее выставленной сваи или сваи-оболочки. При погружении свай и свай-оболочек можно применять как

краны с фрикционным включением лебедок, так и краны, оборудованные редукторными лебедками.

В случае отсутствия на строительстве стреловых кранов требуемой грузоподъемности допускается применение копров соответствующей грузоподъемности.

2.72. Для обеспечения необходимой точности погружения свайных элементов в пределах допусков, указанных в пп. 7.8 и 7.9, следует применять направляющие устройства, конструкция которых определяется видом сооружения, типом свайного элемента, местными условиями погружения и устанавливается проектом производства работ.

В качестве направляющих устройств могут быть использованы направляющие копровых стрел, одноярусные и многоярусные плавучие и навесные каркасы, специальные плавкондукторы и т. п.

2.73. Направляющие копровых стрел плавучих копров, приведенные в приложении 3ж, обеспечивают достаточную точность погружения вертикальных и наклонных свай при глубине воды до 10 м. При больших глубинах необходимо добавлять к направляющим копровой стрелы специальную подводную удлиняющую секцию длиной не менее 0,25 длины свайного элемента.

2.74. Для сокращения объемов разбивочных работ и времени установки копра на новую позицию рекомендуется при работе с плавучим копром применять кондуктор, представляющий собой металлическую рамную конструкцию с количеством ячеек, равным числу свайных элементов в поперечном ряду сооружения. Кондуктор устанавливается на тыловой и кордонный свайные элементы, являющиеся маячными для данного поперечного ряда свайных элементов. Поперечные размеры ячеек в плане выполняются на 4—5 см больше поперечных размеров свайного элемента.

2.75. При погружении свайных элементов молотами с подвесных стрел и вибраторами на тросах (без направляющей стрелы крана или копра) необходимо применять направляющие каркасы и пространственные кондукторы. При этом база направляющих устройств в направлении погружения должна приниматься по возможности большей, допустимой по условиям удобства производства работ, и составлять для вертикальных свайных элементов не менее трех диаметров элемента, но не менее двух метров.

Для наклонных свайных элементов база направляющих определяется расчетом в зависимости от размеров попереч-

ного сечения и длины свайного элемента, глубины воды в месте погружения и должна быть не менее 6 м.

2.76. Одноярусные направляющие каркасы могут применяться только для погружения вертикальных свайных элементов при небольших объемах работ, глубине воды не более 8 м и диаметрах не более 1,2 м, когда применение специального многоярусного каркаса или плавкондуктора экономически нецелесообразно.

Одноярусные направляющие каркасы могут быть навесными и плавучими при массе свыше 30 т.

2.77. Навесной одноярусный направляющий каркас состоит из плоской рамы с ячейками. Рама закрепляется с одной стороны за уже погруженные свайные элементы, а другой укладывается на заякоренный понтон или закрепляется к маячным сваям. По мере погружения свайных элементов задние секции каркаса снимаются и переносятся плавкраном вперед по ходу погружения. Для перестановки секций каркаса рекомендуется применять инвентарную траверсу.

2.78. Плавучий одноярусный направляющий каркас представляет собой одноярусную пространственную металлическую конструкцию, смонтированную, например, из конструкций УИКМ с двенадцатью направляющими ячейками. Направляющий каркас может быть смонтирован на понтонах КС. Для погружения свайных элементов каркас устанавливается в торец ранее сооруженной секции, закрепляется к ранее погруженным свайным элементам жесткими связями и притопляется. После погружения всех свайных элементов понтоны освобождаются от балласта, направляющий каркас поднимается над погруженными свайными элементами, выводится через торцевую часть секции и устанавливается на новую захватку.

2.79. При применении одноярусного направляющего каркаса в первоначальный момент погружения до заглубления на 2—3 м голова свайного элемента дополнительно раскрепляется тросовыми растяжками.

2.80. Для погружения наклонных и вертикальных свай-оболочек при глубинах более 8 м, а также на водотоках со скоростью течения воды более 1 м/с необходимо применять двухъярусные и многоярусные каркасы.

2.81. Конструкция закрепления направляющих каркасов зависит от глубины и скорости течения воды, физико-механических свойств грунтов дна водоемов, необходимой точности погружения и т. п.

При глубине воды свыше 12—15 м, скорости течения ме-

нее 1 м/с, отсутствии сильных ветров и массе свыше 30—50 т направляющие каркасы целесообразно размещать на плавучих средствах.

При скорости течения свыше 1 м/с и сильных ветрах направляющие каркасы следует, после установки их в проектное положение по высоте и в плане, закрепить за несколько погруженных свайных элементов, освободив от плавучих средств.

2.82. При применении направляющих каркасов в первую очередь следует погружать вертикальные свайные элементы, а затем наклонные.

Примечание. Предельная величина наклона свай-оболочек диаметром до 1,6 м не должна превышать 5 : 1. Сваи-оболочки диаметром более 1,6 м погружаются только в вертикальном положении.

2.83. При необходимости погружения большого количества свай-оболочек диаметром 1—2 м при глубине воды до 15 м на строительстве эстакад, пирсов и причалов в пределах одного бассейна целесообразно применять плавучие направляющие кондукторы, представляющие собой понтон с жестко-прикрепленными к нему направляющими ячейками, которые выполняются в виде обойм, раскрывающихся гидроприводом.

2.84. Для облегчения установки, а также предохранения свай-оболочек от повреждения металлическими элементами в ячейках каркаса или кондуктора необходимо закреплять вертикальные направляющие из деревянных брусьев сечением не менее 12×18 см и в количестве не менее трех штук на ячейку.

Расстояние в свету между брусьями и сваей-оболочкой должно обеспечивать зазор в 2—3 см.

2.85. Шпунтины для сохранения направления стенки забивают между двумя параллельными направляющими, расставленными на толщину шпунтин. При длине шпунта более 6 м направляющие устанавливают в два яруса. Расстояние между ярусами—не менее половины свободной длины шпунта.

2.86. Направляющие для деревянного шпунта делаются из деревянных пластин и крепятся к маячным сваям, забиваемым в стороне от шпунтового ряда. Направляющие крепятся к сваям и между собой болтами с прокладками через 0,7 м. По мере забивки прокладки снимают, а болты пропускают через забитый шпунт. Зазор между шпунтом и направляющими—1 см с каждой стороны.

2.87. Направляющие для стального и железобетонного шпунта выполняются из профильной стали и крепятся бол-

тами сзади к уже забитым шпунтинам, а спереди по ходу забивки—к временным шпунтинам, забиваемым по оси через 2—3 м друг от друга. Перемещение направляющих в закрепленном виде относительно закрепляющих устройств должно быть в пределах 1—2 см. По ходу забивки временные шпунтины выдергиваются.

2.88. При погружении плоского железобетонного шпунта применяют прижимную тележку системы ВНИИГСа. С помощью тележки, оборудованной роликами, шпунтина прижимается к ранее забитой шпунтине усилием в 10 тс, чем достигается плотное соединение в замках.

2.89. Железобетонный тавровый шпунт погружают с применением плавучего кондуктора, состоящего из плашкоута, собранного из пяти понтонов КС. В середине плашкоута имеется прорезь, над которой движется направляющая тележка. При помощи тележки шпунтина устанавливается на место и удерживается в вертикальном положении в период погружения.

Кондуктор удерживается на месте четырьмя стальными трубчатыми сваями.

Испытания пробных свайных элементов

2.90. Испытания пробных свайных элементов подразделяются на динамические (ударные) и статические. Статические испытания могут производиться на следующие виды нагрузок: осевое вдавливание, осевое выдергивание и горизонтальное усилие.

2.91. Динамические испытания свайных элементов ударной нагрузкой проводятся с целью:

а) проверки принятой в проекте несущей способности на осевую нагрузку свайных элементов, погруженных в грунт любым способом;

б) проверки возможности погружения свайных элементов в проектное положение данным сваебойным оборудованием;

в) относительной оценки неоднородности грунтов строительной площадки (динамическое зондирование);

г) уточнения величин контрольного отказа при условии одновременного проведения статических испытаний тех же свайных элементов на осевую вдавливающую нагрузку;

д) текущего контроля несущей способности свайных элементов в период производства свайных работ.

2.92. Статические испытания свайных элементов на осевую вдавливающую нагрузку проводятся с целью:

а) определения фактической несущей способности свайных элементов и ее сравнения с проектной несущей способностью, подсчитанной по нормативным сопротивлениям грунта, и возможной корректировки рабочих чертежей свайного фундамента;

б) оценки деформативности по грунту (осадки) под нагрузкой;

в) проверки несущей способности отдельных свайных элементов в период производства свайных работ в связи с отрицательными результатами динамических испытаний или каких-либо других сомнений в их несущей способности;

г) уточнения величины контрольного отказа.

2.93. Статические испытания свайных элементов осевыми выдергивающими нагрузками производятся с целью:

а) установления фактической несущей способности на выдергивание и сравнения ее с проектной;

б) относительной оценки раздельно величин сопротивления грунта по боковой поверхности и под концом свайного элемента при условии предварительных испытаний на осевую вдавливающую нагрузку.

Испытания свайных элементов статическими горизонтальными нагрузками производятся с целью установления величин их перемещений и соответствующих этим перемещениям горизонтальных нагрузок.

2.94. Динамические испытания производятся перед началом работ, а также в случаях существенного изменения сопротивления грунта в процессе погружения, причем, месторасположение и количество свайных элементов, подлежащих динамическому испытанию на данном объекте, устанавливается проектной организацией и должно быть до 2% от общего их количества в сооружении, но не менее 2 шт. на объектах с количеством свайных элементов менее 100 шт. и не менее 5 шт. в остальных случаях.

2.95. Статические испытания осуществляются согласно указанию проекта. Кроме этого, статические испытания вдавливающей нагрузкой проводятся во всех случаях получения неудовлетворительных результатов при динамических испытаниях, причем, количество испытываемых свайных элементов должно быть до 1% от их общего количества в данном сооружении, но не менее 2 шт.

2.96. Динамические и статические испытания должны производиться согласно «Инструкции по испытанию свай и свай-оболочек» (см. приложение 4) и указаний ГОСТ 5686—69 «Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний».

Примечание. При проведении пробных динамических испытаний дополнительно определяется и оформляется актом:

а) материал и толщина амортизирующей прокладки в наголовнике и сроки ее замены;

б) величина необходимого увеличения длины деревянных и стальных свайных элементов, учитывающая деформацию свайных элементов при забивке.

3. ПОГРУЖЕНИЕ СВАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Общие указания

3.1. Работы по погружению свайных элементов необходимо выполнять в соответствии со специально разработанными или типовыми, привязанными к местным условиям, технологическими картами производства работ, указаниями рабочих чертежей по производству работ с соблюдением требований техники безопасности на строительстве (см. п. 1.4).

3.2. Запрещается работа сухопутных копров и стреловых кранов при скорости ветра более 6 баллов (9,9—12,4 м/с), плавучих копров, плавучих кранов, оборудованных подвесными и навесными копровыми стрелами и плавучих кранов с подвесными вибропогружателями при скорости ветра более 6 баллов и волнении, превышающем 2 балла (высота волны до 0,75 м).

Глубина акватории для работы плавучего крана или копра определяется согласно указаниям «Правил техники безопасности на морских судах Министерства транспортного строительства» (Оргтрансстрой, М., 1977).

Плавучие копры и краны при использовании их на открытом побережье, на акваториях портов и водоемах, подверженных волнению, должны быть надежно раскреплены во время производства работ, причем для плавучих копров и плавучих кранов, оборудованных навесной стрелой, максимальное смещение от первоначальной точки стояния должно быть не более 5 см и максимальное отклонение стрелы копра от вертикали при раскачивании—не более одного градуса.

Работы должны быть обеспечены необходимыми спасательными средствами и вестись в соответствии с требованиями «Типовой инструкции по технике безопасности копровой команде» (Оргтрансстрой, М., 1967).

3.3. Точность расположения копра или направляющей стрелы проверяют визированием по двум створам разбивочных знаков и по створам продольных и поперечных рядов свайных элементов, разбивку и закрепление которых на мест-

ности в свою очередь выполняют в соответствии с указаниями пп. 2.2—2.9. При применении плавучего копра на его палубе должны быть закреплены два визирных приспособления по борту со стороны копровой стрелы и два по оси, перпендикулярной первой.

3.4. Подъем и установку свайного элемента на стрелу копра или в направляющее устройство выполняют плавно, без рывков, в соответствии с указаниями пп. 2.36—2.38, при этом следует избегать касания и ударов поднимаемого элемента о ранее забитые свайные элементы и о направляющее устройство или стрелу копра, пользуясь в необходимых случаях специальными мягкими (пеньковыми) оттяжками.

3.5. Перед началом погружения следует проверить правильность положения направляющего устройства и свайного элемента, а также надежность закрепления направляющего устройства и свайного элемента в нем для предотвращения отклонения последнего от заданного положения в процессе погружения.

3.6. При производстве работ по вибропогружению и забивке свайных элементов, а также при подмыве необходимо руководствоваться указаниями пп. 3.11—3.86.

3.7. При забивке шпунтового ряда из отдельных шпунтин или набранных пакетов (см. п. 2.19) для предотвращения его наклона по ходу забивки рекомендуется устанавливать сразу всю стенку на полную длину направляющих устройств и после этого производить погружение шпунта в стенке периодическими повторными проходками. Разница в отметках низа соседних шпунтин или пакетов в последовательных проходках не должна превышать 2 м для плоского шпунта и 3 м для других типов шпунта.

3.8. В течение всего процесса погружения необходимо фиксировать качественную картину погружения свайного элемента в грунт, т. е. количество ударов (для молотов одиночного действия и дизель-молотов) или время непрерывной работы агрегата (для молотов двойного действия, вибропогружателей и вибромолотов), затрачиваемое на каждый метр погружения свайного элемента или пакета.

3.9. В конце погружения необходимо измерять отказ свайного элемента для сравнения его с расчетным отказом.

Величина отказа вычисляется как среднее арифметическое значение осадки свайного элемента от одного удара в последнем залоге при погружении молотами и как значение осадки при работе вибропогружателя в течение одной минуты в последнем залоге.

Величина залога принимается равной:

а) для молотов одиночного действия и дизель-молотов—10 ударам;

б) для молотов двойного действия—числу ударов молота в течение одной минуты непрерывной его работы;

в) для вибропогружателей и вибромолотов—одной минуте непрерывной работы.

Расчетный отказ для свай, погружаемых молотами или вибропогружателями, определяется по формуле

$$e_p = \frac{n \cdot F \cdot Э_p}{\frac{к \cdot P_п}{M}\left(\frac{к \cdot P_п}{M} + n \cdot F\right)} \cdot \frac{Q_п + \varepsilon^2 \cdot q}{Q_п + g}, \qquad (3.1)$$

где e_p—расчетный отказ сваи, см;

n—коэффициент, тс/м², принимаемый по табл. 3.1;

F—площадь, ограниченная наружным контуром сплошного или кольцевого поперечного сечения ствола свайного элемента (независимо от наличия или отсутствия острия), за исключением стальных трубчатых свай с открытым нижним концом с приведенным диаметром более 40 см, для которых принимать площадь стального поперечного сечения, м²;

$Э_p$—расчетная энергия удара, тс · см;
принимается: для молотов—согласно п. 2.48 (с переводом в тс · см); для вибропогружателей—по табл. 3.2.;

к—коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным к=1,4;

$P_п$—расчетная нагрузка на сваю, указанная в проекте, тс;

M—коэффициент, принимаемый при забивке свай молотами ударного действия равным 1, а при вибропогружении их—по табл. 3.3 в зависимости от вида грунта под концом сваи;

$Q_п$—полный вес молота или вибропогружателя, кгс;

q—вес сваи (включая вес наголовника и подбабка), кгс;

ε—коэффициент восстановления удара, принимаемый при забивке железобетонных и стальных свай молотами с применением наголовников с деревянным вкладышем $\varepsilon^2=0{,}2$, а при применении вибропогружателей $\varepsilon^2=0$.

Таблица 3.1

Тип сваи	Коэффициент n, тс/м²
Деревянная:	
с подбабком	80
без подбабка	100
Железобетонная с наголовником	150
Стальная:	
с деревянным подбабком	200
со стальным подбабком и наголовником	300
с наголовником без подбабка	500

Таблица 3.2

Вынуждающая сила, тс	10	20	30	40	50	60	70	80
Эквивалентная расчетная энергия удара вибропогружателя $Э_р$, тс·см	450	900	1300	1750	2200	2650	3100	3500

Таблица 3.3

Вид грунта под острием сваи	М
Гравийный с песчаным заполнителем	1,3
Пески:	
средней крупности и крупные	1,2
средней плотности и супеси твердые мелкие средней плотности	1,1
пылеватые средней плотности	1,0
Супеси пластичные, суглинки и глины твердые	0,9
Суглинки и глины:	
полутвердые	0,8
тугопластичные	0,7

Примечание. При плотных песках значение коэффициента М повышается на 60%, при наличии материалов статического зондирования—на 100%.

3.10. Свая и свая-оболочка должны погружаться до получения отказа не более расчетного и до проектной отметки или до пласта грунта, в который должны быть погружены их нижние концы. Шпунт погружается до проектной отметки.

Свайные элементы, недопогруженные до проектной отметки свыше допусков, указанных в п. 7.8, и давшие на протяжении трех последовательных залогов отказ, равный или меньше расчетного, должны быть подвергнуты обследованию для выяснения причин, затрудняющих забивку. Дальнейшая забивка недопогруженных свайных элементов или замена их должна быть согласована с проектной организацией.

Свайные элементы, погруженные молотами и не давшие расчетного отказа, должны подвергаться контрольной добивке после «отдыха» в грунте в соответствии с ГОСТ 5686—69 и Инструкцией по испытанию свай и свай-оболочек (см. приложение 4). В случае, если отказ при контрольной добивке превышает расчетный отказ, проектная организация должна установить необходимость испытания свайных элементов статической нагрузкой и корректировки проекта свайного фундамента или соответствующей его части.

Забивка свайных элементов молотами

3.11. Все операции в период производства работ по погружению свайных элементов должны выполняться в строгом соответствии со специальной инструкцией на производство свайных работ, составляемой для конкретной сваебойной установки, с учетом указаний технологических карт и требований техники безопасности.

3.12. Эксплуатация и уход за погружающим оборудованием, подъемными механизмами, энергетической установкой и т. д. должны осуществляться в соответствии с указаниями заводских технических инструкций по эксплуатации соответствующих механизмов или установок.

3.13. Необходимо постоянно контролировать состояние направляющих копровой стрелы. При применении паровоздушных и механических молотов рекомендуется оборудовать копровую стрелу объемлющими направляющими, т. е. направляющими, обе ветви которых расположены диаметрально относительно сваи с обеих ее сторон.

Направляющие должны быть достаточно жесткими, прямыми и иметь гладкую рабочую поверхность, периодически смазываемую в процессе работы.

Свободный ход сваебойного снаряда в направляющих в

любом поперечном направлении должен находиться в пределах 5—10 мм.

3.14. Копровая стрела должна быть оборудована специальным устройством для надежной фиксации молота в направляющих при перерывах в работе.

3.15. Связь вертикальных свайных элементов с копровой стрелой в период забивки осуществляется посредством захвата головы свайного элемента, которая входит в выемку наголовника, снабженного пазами для продольного перемещения по направляющим. При забивке вертикальных свайных элементов не допускается касание копровой стрелы или понтона. При забивке свайных элементов, особенно железобетонных, с наклоном 3 : 1 и круче допускается применение скользящих или роликовых опор в промежуточных точках по длине копровой стрелы с целью ликвидации возможного прогиба свайных элементов от собственного веса. С этой же целью следует наращивать копровую стрелу под воду при глубинах более 10 м. При этом следует особо тщательно контролировать относительное положение свайного элемента и копровой стрелы и изменять положение последней в случае отклонения оси свайного элемента от первоначального направления для предотвращения его поломки от изгиба.

3.16. Все свайные элементы, за исключением деревянных, необходимо забивать с применением специальных наголовников.

Наголовник служит для защиты свайного элемента от повреждений и удержания головы свайного элемента от смещения в поперечном направлении относительно оси молота.

3.17. Для забивки свай паровоздушными молотами одиночного действия и трубчатыми дизель-молотами рекомендуется применять Н-образные литые и сварные наголовники с верхней и нижней выемками (см. приложение 3и). При забивке свай штанговыми дизель-молотами и паровоздушными молотами двойного действия разрешается применять П-образные наголовники с одной нижней выемкой.

3.18. Длина направляющих пазов наголовника должна быть не менее наибольшего размера поперечного сечения забиваемого свайного элемента, а величина свободного хода наголовника в направляющих стрелы должна быть в пределах 5—10 мм в любом поперечном направлении.

3.19. Наголовник должен иметь проушины или крюки для подвески его к стационарной части дизель-молота или ударной части паровоздушного молота для подъема наголовника

совместно с молотом в верхнее положение перед установкой свайного элемента на место забивки.

Примечание. Длина подвесных тросов при работе с дизель-молотом принимается с запасом на величину максимального хода шабота или пяты с подпятником.

3.20. Верхняя выемка наголовника выполняется круглой в плане и глубиной 100—150 мм при паровоздушных молотах и 200—300 мм при дизель-молотах. В верхнюю выемку вставляется верхний амортизатор, роль которого заключается в снижении динамических нагрузок на молот, наголовник и сваю.

Диаметр верхней выемки в наголовниках под трубчатый дизель-молот назначается чуть больше диаметра шабота (на 10—15 мм).

3.21. Верхний амортизатор следует изготовлять из обрезка ствола дерева твердой породы (дуб, бук, граб, комлевая часть сосны и лиственницы) с прямыми вертикально расположенными волокнами и строго перпендикулярными оси торцами.

3.22. Высота верхнего амортизатора назначается в пределах 150—250 мм для трубчатых дизель-молотов (см. приложение 3и) и 250—300 мм для паровоздушных молотов, причем в первом случае верхняя плоскость амортизатора должна быть не менее чем на 50 мм ниже верхней кромки бортов выемки наголовника для фиксации последним положения шабота молота. Для паровоздушных молотов, наоборот, амортизатор должен выступать над бортами верхней выемки наголовника на 150—200 мм. С целью уменьшения размочаливания верхнего амортизатора при работе с паровоздушными молотами верхний конец амортизатора укрепляют стальным кольцом (бугелем). В зависимости от типа применяемого паровоздушного молота в верхнем амортизаторе устраивают выемку глубиной 30—40 мм под шток или упорную лапу молота.

Запрещается работа с изношенным верхним амортизатором, при котором возможен прямой удар молота по корпусу наголовника.

3.23. Нижняя выемка наголовника служит для удержания головы свайного элемента в соосном положении с молотом и для размещения в ней нижнего амортизационного блока.

Размеры в плане нижней выемки наголовника должны удовлетворять следующим требованиям:

— максимальные размеры выемки в плане ограничиваются из условия обеспечения центральности удара. Допусти-

мый эксцентриситет размещения головы свайного элемента в выемке не должен превышать 0,025 ее диаметра или 0,025 стороны поперечного сечения;

— минимальные размеры выемки в плане ограничиваются из условия обеспечения возможности незначительного поворота свайного элемента вокруг своей оси (1,5÷2°), для предотвращения разрушения его от скручивающих усилий, возникающих в некоторых случаях, когда грани свайного элемента попадают на твердые включения в грунте. Ограничение минимальных размеров выемки в плане также связано с необходимостью предотвращения жесткого защемления свайного элемента в наголовнике при возможном отклонении от первоначального направления.

Исходя из указанных требований размеры нижней выемки наголовника в плане назначаются не менее чем на 2,5% больше соответствующих размеров головы свайного элемента.

Примечание. При размерах нижней выемки наголовника более указанных выше или при необходимости забивки свайных элементов с меньшими поперечными размерами лишний зазор необходимо устранить посредством приварки временных упоров-ограничителей.

3.24. Глубина нижней выемки наголовника назначается на диаметр или сторону поперечного сечения свайного элемента больше толщины применяемых амортизаторов с обязательным устройством раструбного оголовка высотой не менее 60 мм с наклоном стенок к вертикали 30—40°.

Для облегчения операции удаления амортизаторов при их смене стенки нижней выемки наголовника, начиная с половины толщины амортизатора желательно выполнять сужающимися с уклоном 4÷5%. С этой же целью в боковых стенках наголовника на уровне поперечной диафрагмы желательно прорезать сквозные отверстия диаметром 30÷40 мм для пропуска ручного инструмента.

3.25. Нижний амортизатор может выполняться из следующих материалов целиком или в комбинации друг с другом: древесины, пенькового каната, войлока, мешковины, асбеста, технической резины и т. п. (табл. 3.1). Амортизатор из древесины выполняется как с волокнами вдоль направления удара, так и с волокнами поперек направления удара. В последнем случае амортизатор выполняется в виде накрест расположенных слоев досок толщиной 4—6 см.

Амортизаторы из древесины с волокнами вдоль направления удара целесообразно изготовлять из 4—8 отдельных одинаковых по высоте торцевых деревянных шашек, квад-

ратного или секторного поперечного сечения (в зависимости от общего очертания амортизатора). Верхний амортизатор, собранный из отдельных торцевых шашек, скрепляется бугелем. При этом достигается экономия в древесине за счет использования короткомерных отходов; отпадает необходимость в толстоствольной древесине; облегчается работа по удалению размочаленных амортизаторов из наголовника при их замене.

Амортизаторы из резины собирают из отдельных листов толщиной 8—12 мм. В листах предварительно вырезают круглые отверстия диаметром 10—15 мм, равномерно распределенные по всей площади листов. Общая площадь отверстий должна составлять 10—20% от площади листа. Отверстия вырезаются таким образом, чтобы при сборе листов в пакет отверстия в соседних листах не совпадали друг с другом.

Амортизаторы из войлока и мешковины собирают из отдельных слоев; амортизаторы из пенькового каната и асбестового шнура собирают также из отдельных слоев, уложенного в плоскую бухту каната или шнура.

Для защиты амортизаторов из резины, войлока, асбеста или мешковины между ними и головой сваи укладывается прокладка из досок толщиной 5—6 см, которая периодически заменяется по мере износа или разрушения.

Наиболее длительно сохраняют свои свойства амортизаторы из резины и асбеста. Наименее долговечны амортизаторы из древесины с волокнами поперек направления удара, которые обычно необходимо заменять после забивки каждой очередной сваи, а в случаях тяжелой забивки требуется неоднократная их замена даже при погружении одной сваи. Ориентировочные сроки службы различных амортизаторов приведены в табл. 3.4.

3.26. Толщина нижнего амортизатора при забивке железобетонных свайных элементов зависит от целого ряда факторов (материала амортизатора, технических характеристик молота и свайного элемента, грунтовых условий и т. д.) и определяются расчетом (см. приложение 5а). Рекомендуемые минимальные толщины амортизаторов приведены в табл. 3.4.

Забивка железобетонных свайных элементов без амортизатора в нижней выемке наголовника запрещается.

Ориентировочные (с точностью 15%) значения сжимающих напряжений от удара в сплошных железобетонных сваях при забивке паровоздушными молотами одиночного действия, штанговыми и трубчатыми дизель-молотами в зависи-

мости от толщины амортизатора из сосновых досок (как наиболее часто применяемых) в нижней выемке наголовника при различных высотах падения ударной части молота приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.4.

Наименование амортизационных материалов	Минимальная начальная толщина амортизатора в нижней выемке наголовника до уплотнения, см	Ориентировочный срок службы амортизатора (количество ударов)
Древесина пород средней твердости (сосна, ель, пихта и т. п.) при деформации поперек волокон . . .	20	500
То же при деформации вдоль волокон	20	1000
Древесина твердых пород (дуб, бук, граб и т. п.) при деформации поперек волокон	20	2000
Фанера березовая многослойная . .	15	2000
Войлок технический грубошерстный (ГОСТ 6418—67*)	20	4000
Пеньковый бельный канат (ГОСТ 483—75*)	30	4000
Асбест шнуровой (ГОСТ 1779—72)	35	5000
Техническая теплостойкая резина (пластина) (ГОСТ 7338—77) с пустотностью 10—20%	6	5000

Примечание. Для предотвращения выхода амортизатора из строя в результате чрезмерного перегрева непрерывная работа молота при забивке сваи должна ограничиваться 400—500 ударами.

Таблица 3.5.

Тип молота	Высота падения ударной части молота, м	Начальная толщина нижнего амортизатора из сосновых досок до уплотнения, см	Ориентировочные сжимающие напряжения (кгс/см²) от удара в железобетонных сваях сплошного сечения при отношении массы ударной части молота к площади поперечного сечения сваи (кг/см²) равном:								
			1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Штанговый дизельный	1,5	10	88	103	115	123	131				
		20	72	85	94	101	107				
		30	67	79	87	94	100				
	2,0	10	128	151	167	179	190				
		20	117	138	153	164	175				
		30	97	114	126	135	144				

Тип молота	Высота падения ударной части молота, м	Начальная толщина нижнего амортизатора из сосновых досок до уплотнения, см	Ориентировочные сжимающие напряжения (кгс/см²) от удара в железобетонных сваях сплошного сечения при отношении массы ударной части молота к площади поперечного сечения сваи (кг/см²) равном:								
			1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Трубчатый дизельный	1,5	10	111	130	144	155	164				
		20	90	106	117	126	134				
		30	80	95	105	112	120				
	2,0	10	160	188	209	224	238				
		20	131	153	170	183	194				
		30	116	137	152	163	173				
	2,5	10	191	225	249	267	284				
		20	155	183	203	217	231				
		30	139	163	181	194	207				
	3,0	10	222	260	289	310	330				
		20	180	212	236	253	269				
		30	161	190	211	226	240				
Паровоздушный одиночного действия	0,4	10	98	114	127	135	145	153	160	166	171
		20	78	91	107	111	115	122	127	132	136
		30	70	81	90	96	102	108	114	118	121
	0,8	10	149	173	192	205	219	232	243	252	259
		20	118	138	153	163	174	184	193	200	206
		30	106	123	137	146	156	165	173	179	184
	1,2	10	184	214	237	253	271	286	300	310	320
		20	147	171	189	201	216	228	239	247	255
		30	131	153	169	180	193	204	214	221	228

3.27. Забивку стальных свай допускается производить без применения амортизатора в нижней выемке наголовника, если отношение массы ударной части молота к площади поперечного сечения сваи (нетто) не превышает для паровоздушного молота одиночного действия 30 кгс/см², а для трубчатых дизель-молотов—20 кгс/см². В противном случае необходимо применять амортизаторы в нижней выемке

наголовника, уменьшать высоту падения ударной части молота или усиливать голову сваи. Желательно, чтобы форма нижней выемки наголовника соответствовала поперечному сечению забиваемой стальной сваи.

3.28. Деревянные свайные элементы разрешается забивать без наголовника. Голову деревянных свай укрепляют при этом стальным кольцом (бугелем). При забивке деревянных свай паровоздушными молотами в верхнем торце свай устраивают выемки, аналогичные указанным в п. 3.22. При забивке деревянных свай дизель-молотом в отверстие в нижней плоскости шабота дизель-молота ввертывают специально предусмотренный наконечник-фиксатор. В случае размочаливания головы сваи поврежденная верхушка сваи срезается, насаживается снова бугель и процесс забивки продолжается.

3.29. В течение всего процесса погружения необходимо проверять правильность положения стрелы и свайного элемента, а также вести наблюдение за исправным состоянием свайного элемента и наголовника; при замеченных повреждениях необходимо принять меры по их устранению, сделав соответствующую запись в журнале свайных работ.

3.30. При забивке железобетонных свайных элементов, отвечающих требованиям существующих норм на их изготовление, возможны следующие основные виды их повреждений, связанные с нарушениями технологии забивки:

— местные растрескивания и околы в голове;

— продольные трещины, могущие возникнуть в любом месте по стволу;

— поперечные трещины, возникающие обычно в средней и верхней третях ствола;

— поперечные трещины, переходящие в наклонные под углом 45°, возникающие чаще всего в надземной части свайного элемента.

3.31. Начальным признаком разрушения первого вида (по п. 3.30) является появление пыли и осыпание осколков бетона из-под наголовника. При продолжении забивания обнажается продольная и поперечная арматура и разрушение чрезвычайно быстро прогрессирует.

Причиной разрушения является большая концентрация местных напряжений в голове свайного элемента, вызванная нецентральностью удара молота или неудовлетворительным состоянием амортизаторов наголовника.

При первых сигналах разрушения необходимо прекратить забивку; проверить соосность положения молота и свайного элемента; проверить состояние и величину зазоров в направ-

ляющих пазах и гребнях молота, стрелы и наголовника; проверить состояние верхнего и нижнего амортизаторов, особенно перпендикулярность верхней плоскости верхнего амортизатора оси сваи и однородность и равномерность распределения прокладочного материала в нижнем амортизаторе.

При длительной и тяжелой забивке возможно нарушение однородности и потеря упругих свойств амортизаторов в результате их подгорания и неравномерного износа, особенно при наличии выступающих концов арматуры в торце сваи.

3.32. Появление продольных трещин в железобетонных свайных элементах связано с общим превышением при забивке динамической прочности бетона на сжатие при повторяющихся нагрузках. Разрушения такого рода наиболее вероятны от чрезмерных для данных условий высоты падения ударной части молота или жесткости амортизатора. Другой причиной появления продольных трещин может явиться встреча нижнего конца свайного элемента с плотным и жестким грунтовым слоем или каким-либо препятствием.

Для снижения напряжений необходимо уменьшить высоту падения ударной части молота или заменить нижний амортизатор наголовника на более упругий или на новый при чрезмерном уплотнении старого, причем уменьшение жесткости амортизатора более предпочтительно, так как мало снижает погружающую способность единичного удара молота.

При чрезмерном снижении отказа свайного элемента в результате указанных мер (менее 0,2 см) необходимо переходить на применение более тяжелого молота или применение средств снижения сопротивления грунта (подмыв, лидерное бурение и т. п.).

Примечания. 1. Регулировка высоты падения ударной части паровоздушных молотов одиночного действия производится в зависимости от их конструкции или вручную, или установкой в соответствующее положение регулировочной штанги, или с помощью специального регулятора высоты падения молота.

2. Регулировка высоты падения ударной части трубчатых дизель-молотов производится изменением количества подаваемого насосом топлива, для чего насос имеет регулировочное устройство в виде двухплечевого рычага, управление которым производится вручную с помощью веревок, прикрепленных к его обоим концам. Высота падения ударной части определяется визуально по выходу последней из направляющей трубы, для чего рекомендуется с наружной стороны направляющей трубы прикрепить металлическую рейку с делениями через 20 см, которые наносятся с учетом скрытого хода ударной части молота.

3. Максимальная высота падения ударной части молотов всех типов ограничивается из условия максимальной скорости соуда-

рения не более 6 м/с. Соблюдение этого условия обеспечивается конструктивно во всех отечественных моделях паровоздушных и дизельных молотов. При работе с подвесными молотами максимальная высота падения не должна превышать 1,5 м.

4. Запрещается погружать железобетонные сваи трубчатым дизель-молотом с вывернутой декомпрессионной пробкой, работающим в режиме простого свободнопадающего молота.

3.33. Одной из причин появления поперечных трещин в железобетонных свайных элементах является его изгиб, возникающий из-за отклонения острия свайного элемента от первоначального направления при встрече с препятствием или из-за изменения положения копровой стрелы и ее качаний. Изменение первоначального положения копровой стрелы и ее раскачка возможны: при производстве работ в период волнения; в результате действия ветра и волн, поднимаемых проходящими судами; вследствие общего смещения всей копровой установки при слабых якорях; от передачи усилия на копровую стрелу при работе лебедки механического молота или начальном подъеме ударной части дизель-молота при его пуске.

Чрезмерные напряжения от изгиба могут также возникнуть из-за поперечных колебаний свайного элемента вследствие нецентрального удара и нарушений в наголовнике, указанных в п. 3.31.

Наличие изгиба, связанного с отклонением свайного элемента или копровой установки от первоначального положения, обычно легко обнаруживается по отходу головы свайного элемента в сторону после снятия с нее молота с подвешенным к нему наголовником.

3.34. Другой причиной появления поперечных трещин являются растягивающие напряжения, которые могут возникнуть в свайном элементе в начале забивки, при нахождении его нижнего конца в зоне слабых грунтов и при забивке с применением подмыва или лидерного бурения.

Свидетельством слабого сопротивления грунта является большой отказ сваи, поэтому в тех случаях, когда поперечные трещины не допускаются, необходимо ограничивать максимальный отказ во время погружения железобетонных свайных элементов следующими величинами при их длине: до 10 м—5—6 см; от 10—15 м—4—5 см; от 15 до 20 м—3—4 см; более 20 м—2—3 см.

При отказах более указанных следует уменьшить высоту падения ударной части молота. При этом разрешается ограничивать снижение высоты падения для паровоздушных молотов до 0,3 м, а для трубчатых дизель-молотов до 1,5 м вне

зависимости от величины последующих отказов. Другой мерой снижения растягивающих напряжений является применение менее жестких амортизаторов в наголовнике.

3.35. Наклонные трещины (обычно под углом, близким к 45°) в железобетонных свайных элементах появляются в результате действия скручивающих усилий, возникающих из-за препятствия, создаваемого наголовником, свободному повороту свайного элемента вокруг своей оси, или совместного действия скручивающих усилий и растягивающих напряжений (см. п. 3.34).

Крутящий момент возникает в результате попадания одной из граней свайного элемента на твердое препятствие или вследствие непараллельности направляющих и усугубляется чрезмерной плотностью насадки наголовника на голову свайного элемента. Признаком действия крутящего момента является поворот головы свайного элемента после снятия наголовника и наличие следов трения от углов головы на внутренней стороне нижней выемки наголовника.

При обнаружении поворота свайного элемента необходимо развернуть копровую стрелу или всю копровую установку вокруг сваи; при забивке свай трубчатым дизель-молотом и наголовнике без хвостовика достаточно отсоединить подвеску наголовника к молоту. При частных случаях повреждений такого рода рекомендуется применять наголовники специальной конструкции, не препятствующие свободному повороту свайного элемента вокруг своей оси.

Вибропогружение свайных элементов

3.36. Подготовленный к погружению свайный элемент стропят к гаку крана или сваеподъемной лебедки копра в соответствии с указаниями пп. 2.36—2.38, переводят в вертикальное положение, устанавливают в направляющие копровой стрелы или ячейку направляющего устройства, опускают на грунт, снимают стропы и устанавливают вибропогружатель с наголовником.

Примечание. При погружении с применением одноярусного направляющего каркаса свайный элемент раскрепляют оттяжками.

3.37. Крепление вибропогружателя к свайным элементам должно быть жестким, соосным и обеспечивать установку и снятие его с погружаемого элемента в кратчайший срок. Для свай и свай-оболочек следует применять преимущественно

безболтовые самозакрепляющиеся и самозаклинивающиеся наголовники.

Допуски в величине отверстия в стальном шпунте для клинового наголовника не должны превышать:

а) в расстоянии верхней кромки до торца шпунта—2 мм;

б) в остальных размерах—5 мм.

Примечания. 1. Основные технические характеристики самозакрепляющихся и самозаклинивающихся наголовников приведены в приложении 3к.

2. Применять наголовники с конусным закреплением запрещается.

3.38. Для установки вибропогружателя на голову свайного элемента при фланцево-болтовом соединении к нему предварительно прикрепляют переходник-наголовник и подвесные кольцевые подмости со шторм-трапом. Для удобства надевания фланца переходника-наголовника вибропогружателя на болты (шпильки), выступающие из свайного элемента, рекомендуется применять направляющие конусы, надеваемые на эти болты (шпильки). Опускаясь, наголовник «ловится» на три конуса с диаметром вершин 14 мм, которые входят в три отверстия на фланце переходника-наголовника. При дальнейшем опускании переходник-наголовник направляется конусами на остальные болты (шпильки), которые входят в отверстия его фланца. После установки наголовника на голову свайного элемента конусы снимают, а наголовник закрепляют.

3.39. Для обеспечения плотного контакта головы свайного элемента с вибропогружателем и во избежание разрушения головы свайного элемента при значительных неровностях плоскости фланца или отсутствия этого фланца по всей площади опирания перед установкой вибропогружателя укладывают прокладку из прессованного войлока толщиной не более 1 см.

Затяжку гаек фланцево-болтового соединения производят равномерно по всей окружности в несколько проходов накидными ключами с длиной рычага не менее 1 м, после чего включают на 10—15 секунд вибропогружатель и затем производят окончательную затяжку гаек с постановкой контргаек.

3.40. Эксплуатацию вибропогружателей и вибромолотов, а также их текущее содержание и ремонт следует осуществлять в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации вибропогружателей и «Указаниями по эксплуатации и ремонту

вибропогружателей и вибромолотов в транспортном строительстве», М., Оргтрансстрой, 1976.

3.41. Пульт управления вибропогружателя следует подключать к шинам низкого напряжения понизительной подстанции отдельным кабелем, падение напряжения в котором не должно быть более 20 В при номинальном напряжении 380 В. Желательно, чтобы расстояние от подстанции до пульта управления не превышало 100 м. Длина шланговых кабелей от пульта управления до места подсоединения к электродвигателю вибропогружателя не должна превышать 50 м.

Сечения и марки силовых электрокабелей вибропогружателей различных мощностей приведены в приложении 3л.

Желательно, чтобы кабель, питающий электродвигатель, не имел соединений; в случае необходимости сращивание следует выполнять горячей пайкой. При этом сопротивление изоляции соединения кабелей должно быть не ниже 10 кОм на 1 В рабочего напряжения.

В местах контакта кабеля с корпусом вибропогружателя следует защищать кабель от перетирания трубкой из резины или другого материала. Для предупреждения обрыва концов кабелей в местах присоединения к электродвигателю следует подвязывать их в виде петли, исключая передачу веса кабеля на соединение.

3.42. Мощность подстанции или передвижной электростанции, обслуживающей вибропогружатели, имеющие двигатели с фазным ротором, должна быть в 1,5 раза, а при обслуживании вибромолотов с электродвигателями с короткозамкнутыми роторами—1,5—2 раза больше номинальной мощности двигателей.

3.43. При подготовке вибропогружателя к пуску необходимо проверить состояние болтовых соединений и их шплинтовки, убедиться в наличии заземления корпуса вибропогружателя и пульта управления, а также исправности щеточной системы. Пусковые командоконтроллеры в последующие положения следует переводить постепенно после установления показаний амперметра. Если на третьем положении контроллера двигатель не вращается, следует колебаниями ручки контроллера «раскачать» дебалансы для облегчения запуска. В зимних условиях можно произвести предварительный подогрев смазки.

3.44. В целях предотвращения работы электродвигателя на недопустимо пониженном напряжении в питающей сети (ниже 360 В) запрещается работать вибропогружателями, не

имеющими на пульте управления вольтметры и амперметры на каждой фазе.

Напряжения на трех фазах пульта управления при работе вибропогружателя не должны отличаться более чем на 5%. В противном случае вибропогружатель необходимо выключить, проверить сеть и устранить причину асимметрии напряжений.

3.45. Продолжительность непрерывной работы вибропогружателей с вибростойкими двигателями серии ВМТ-6 и ВМТ-7 во всех случаях погружения свайных элементов при нагрузках до 125% от номинальной должна быть не более 20 мин, а при номинальной—30 мин. Допустимое время непрерывной работы вибропогружателей с двигателями общепромышленной серии, в зависимости от условий погружения, приведено в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Серия электродвигателей	Пусковое время (ПВ) в % от времени непрерывной работы	Нагрузка в % от номинала	Допустимое время непрерывной работы, мин
МТВ	25	100	10
		110	7
		120	5
АК	100	100	20
		110	10
		120	5

После каждого периода непрерывной работы вибропогружатель останавливается на время до 5—10 мин в зависимости от температуры окружающего воздуха.

3.46. После включения вибропогружателя, установленного на свайный элемент, погруженный ранее на некоторую глубину; время, необходимое для его срыва и дальнейшего погружения, может колебаться от нескольких секунд в водонасыщенных песках до 15—30 мин в глинистых грунтах. Для уменьшения этого времени следует, доведя обороты дебалансов до максимума, периодически их уменьшать и увеличивать, переключая контроллер. После срыва свайного элемента могут резко повыситься скорость погружения, сила тока, на-

грузка на двигатель и амплитуда колебаний. В этом случае следует уменьшить обороты, а затем приводить их к номиналу в соответствии с величиной потребляемой мощности или силы тока.

3.47. Нормальные условия погружения свайных элементов характеризуются амплитудами их колебаний не менее 5—8 мм и скоростью погружения не менее 5 см/мин. Если скорость погружения свайного элемента при постоянном режиме вибрации и отсутствии твердых препятствий становится по мере заглубления в грунт менее 5 см/мин (за исключением последнего залога) с одновременным снижением силы тока, потребляемой мощности и амплитуды колебаний (до 3—4 мм), то для увеличения глубины погружения следует принудительно повышать потребляемую мощность (силу тока), используя для этого конструктивные особенности вибропогружателей (переход на более высокие ступени частоты вращения дебалансов, увеличение статического момента их массы, безынерционная пригрузка). При этом следует учитывать, что повышение частоты вращения дебалансов может быть эффективно в грунтах легких и средних, а тяжелые грунты (особенно тугопластичные и полутвердые глины и суглинок) требуют повышения амплитуды колебаний за счет увеличения статического момента массы дебалансов при невысоких частотах их вращения порядка 300—420 в мин.

При недостаточной эффективности этих мер и снижении скорости погружения ниже 2 см/мин следует ориентироваться на применение более мощного вибропогружателя, подмыв или разработку грунта в полости свайных элементов.

3.48. Для обеспечения целостности свайного элемента в ходе его погружения необходимо следить за напряжением питающей сети, величинами тока, амплитуд колебаний и скорости погружения. Внезапное повышение амплитуд, силы тока и потребляемой мощности может возникнуть при встрече свайного элемента с плотным грунтом или валуном, при расстройстве крепления вибропогружателя или же из-за входа нижнего конца свайного элемента в слой слабого грунта, что сразу сопровождается ростом скорости погружения. Если повышение потребляемой мощности, тока и амплитуд не сопровождается ростом скорости погружения, причина заключается во встрече с твердым препятствием, которое может представлять опасность для целостности свайного элемента, или же в ослаблении крепления вибропогружателя к свайному элементу. В этом случае вибропогружатель следует выключить и, устранив люфты и неплотности в креплении, возобновить

погружение. Если и после этого повторяется прежняя картина, следовательно нижний конец свайного элемента встретился с твердым препятствием и нужно принять меры по его устранению.

3.49. Для сигнализации о возникновении опасного для прочности свайного элемента режима вибрации целесообразно использовать прибор-фиксатор порога замедлений (ФПЗ) (см. приложение 6). Если после устранения люфта в креплении вибропогружателя повторная попытка погружения приводит к появлению красного запрещающего сигнала прибора ФПЗ, надо прекратить погружение до выявления и устранения причин, вызвавших чрезмерное замедление погружения свайного элемента.

3.50. Если в процессе вибропогружения возникают горизонтальные колебания верха незаглубленной в грунт части свайного элемента (при свободной длине его, превышающей в 5 и более раз размер поперечного сечения) с амплитудой 2—3 см и более, погружение должно быть приостановлено для принятия мер по уменьшению величин амплитуд колебаний путем сокращения зазора в ячейках направляющего каркаса или изменения частоты колебаний вибропогружателя, а также проверки и устранения возможной несоосности вибропогружателя и свайного элемента.

3.51. В процессе вибропогружения свайных элементов необходимо вести журнал по форме, указанной в приложении 1ж, в который дополнительно заносят все существенные факты, наблюдаемые в период производства работ.

Ориентировочная оценка несущей способности свай и свай-оболочек, погружаемых с применением вибропогружателей, производится в соответствии с методиками, приведенными в приложениях 4 и 5б, по величине отказа или скорости погружения свайного элемента в контрольном залоге.

Примечание. Продолжительность контрольного залога принимается равной 1 мин.

Особенности погружения свай-оболочек

3.52. При достаточной мощности вибропогружающего механизма и прочности сваи-оболочки с целью повышения ее несущей способности погружение рекомендуется вести без извлечения грунта из полости сваи-оболочки.

В противном случае необходимо применять технологические мероприятия, предусмотренные проектом или дополнительно согласованные заказчиком и заключающиеся в снижении сил трения по боковой поверхности и уменьшении со-

противления грунтового сердечника путем применения подмыва или гидравлической или механической его разработки.

3.53. Выбор рационального способа снижения сопротивления погружению свай-оболочек (а также полых свай) нужно производить с учетом их размеров в соответствии с настоящими указаниями на основании данных гидрогеологических изысканий и анализа технико-экономической эффективности применяемых мероприятий и уточнять после погружения пробных свай-оболочек. При этом грунт из полости свай-оболочек разрешается извлекать в тех случаях, когда не удается достигнуть проектной глубины погружения с применением подмыва или при необходимости удаления твердого препятствия.

3.54. Во избежание снижения несущей способности сваи-оболочки гидравлическую или механическую разработку грунта в полости следует производить периодически, по мере возрастания сопротивления и уменьшения скорости погружения до 2—5 см/мин. При этом глубина лидирующего подмыва или выемки грунта должна быть по возможности минимальной и устанавливается опытным погружением.

Минимальная высота несущего грунтового ядра назначается проектной организацией в зависимости от грунтовых условий.

3.55. Гидравлические способы разработки и удаления грунта из полостей вертикальных и наклонных свай-оболочек рекомендуется применять при погружении в грунт всех категорий, за исключением скальных, глинистых грунтов твердой консистенции и других грунтов, не поддающихся гидравлическому рыхлению. Эти способы заключаются в периодическом гидравлическом рыхлении грунта внутренними подмывными трубками и удалении его с помощью эрлифтов, гидроэлеваторов и гидрожелонок.

3.56. Оборудование, применяемое для гидравлического рыхления грунта внутри сваи-оболочки, соответствует оборудованию, применяемому для подмыва (см. пп. 3.72—3.76). Напор воды устанавливают с учетом физико-механических свойств грунтов, подлежащих рыхлению. Для рыхления мелких и среднезернистых песков давление воды на выходе из подмывных трубок должно быть не менее 4 кгс/см^2, а пластичных суглинков и глин—не менее 10 кгс/см^2. Производительность и тип насосов должны обеспечивать подачу воды в каждую подмывную трубку 0,7—1,0 м^3/мин.

3.57. Для удаления песчаных и других слабо связных грунтов применяют эрлифты с диаметром стояка 150—200 мм,

а для удаления гравелисто-галечниковых грунтов—200—250 мм. При этом необходимо, чтобы высота нагнетания пульпы составляла не более 50% от глубины погружения эрлифта в воду.

Производительность компрессора определяется необходимым расходом воздуха: для одного эрлифта с диаметром всасывающего отверстия 150 мм—9÷12 м³/мин, 200 мм—15÷18 м³/мин, 250 мм—23÷26 м³/мин; для воздушных трубок, расположенных рядом с подмывными,—2—3 м³/мин на каждую трубку.

3.58. В сваях-оболочках диаметром до 2 м положение всаса эрлифта или гидроэлеватора должно фиксироваться на продольной оси сваи-оболочки, что обеспечивается применением специальных центрирующих приспособлений. При этом должна обеспечиваться возможность вертикального перемещения эрлифта.

3.59. Для предотвращения наплыва грунта в сваю-оболочку при работе эрлифта необходимо в ней поддерживать воду на уровне более высоком, чем отметка горизонта воды в водоеме.

3.60. В тех же условиях, что и эрлифты, для удаления грунта из свай-оболочек можно применять гидроэлеваторы с кольцевой насадкой. Преимущество гидроэлеваторов заключается в возможности работы ими без поддержания в сваеоболочке повышенного уровня воды.

Примечание. Гидроэлеваторы и эрлифты применяют также для удаления плотных связных грунтов при предварительном разбуривании их буровыми станками.

3.61. Для удаления мелких валунов, оставшихся на забое при разработке грунта эрлифтами и гидроэлеваторами, применяют гидрожелонку, представляющую собой гидроэлеватор с кольцевой насадкой диаметром 25—30 см, оборудованную приемным бункером цилиндрической формы.

3.62. Механический способ разработки грунта в полости сваи-оболочки следует применять при вертикально погружаемых сваях-оболочках диаметром более 1 м в тех случаях, когда гидравлические способы разработки и удаления грунта по каким-либо причинам (отсутствие оборудования, плотные грунты и т. д.) не могут быть использованы.

При механической разработке грунта в полости сваи-оболочки применяют грейферы с ковшом емкостью до 1 м³. Наибольший размер грейфера в плане (в раскрытом состоянии) должен быть на 0,3 м меньше диаметра полости сваи-оболочки.

3.63. Для выемки грунтов следует, как правило, применять одноканатные или четырехканатные многочелюстные грейферы. Двухканатные грейферы могут использоваться при глубине до 20 м при условии снабжения грейфера, во избежание вращения, дополнительным тросом, закрепленным через блок к противовесу, установленному на мачте крана.

При применении двухчелюстного грейфера последний снабжается дополнительной пригрузкой, а режущей кромке челюстей придается криволинейное очертание.

3.64. При работе с грейферами нельзя допускать образования грунтовых пробок, трудно поддающихся разработке, поэтому сваю-оболочку погружают ступенями, величина которых (обычно 30—100 см) зависит от диаметра сваи-оболочки, вида грунта и возможности разработки его ниже ножа сваи-оболочки с целью увеличения глубины погружения за ступень. При этом следует иметь в виду, что опережающая разработка грунта наиболее целесообразна в средних и тяжелых грунтах, в легких же грунтах удаление грунта ниже ножа может привести к прорыву его в полость сваи-оболочки.

3.65. Для разработки и удаления тугопластичных глинистых и уплотненных гравийно-песчаных заиленных грунтов из полости свай-оболочек диаметром 1,6 м рекомендуется применять механизм для извлечения грунта и валунов, разработанный ЦНИИСом. Данный механизм представляет собой 6-челюстной грейфер принудительного вдавливания. Грейфер и все приводные механизмы смонтированы на специальном станке, устанавливаемом с помощью крана на верхнем торце сваи-оболочки. Реактивное усилие при вдавливании грейфера в грунт передается на стенки сваи-оболочки через специальное распорное устройство.

3.66. Для разработки и удаления чрезмерно уплотненных грунтовых пробок из полости сваи-оболочки, а также плотных грунтов, валунов и скальных прослоек под ножом сваи-оболочки применяются методы работ и оборудование, указанные в разделе 5.

3.67. При вибропогружении свай-оболочек с удалением грунта с целью ликвидации затрат времени на периодический демонтаж вибропогружателя для освобождения верхнего отверстия сваи-оболочки и пропуска через него грунтоизвлекающего оборудования и последующий монтаж вибропогружателя для продолжения погружения желательно применять вибропогружатели специальной конструкции, имеющие центральное проходное отверстие (ВУ-1,6; ВУ-3; ВРП 60/200). При применении обычных вибропогружателей (без централь-

ного проходного отверстия) и извлечении грунта с помощью эрлифтов или гидроэлеваторов в переходниках-наголовниках вибропогружателей необходимо устраивать прорези для пропуска труб и шлангов, а также отверстия для возможного выпуска напорной воды, общая площадь которых должна быть не менее 1/8 площади поперечного сечения внутренней полости свай-оболочек.

3.68. При вибропогружении свай-оболочек (и открытых снизу полых круглых свай) следует принимать меры по защите железобетонных стенок свай-оболочек от образования продольных трещин, которые могут появиться в результате воздействия на них гидродинамического давления, возникающего в полости свай-оболочек при погружении через воду или в слабый разжиженный грунт.

3.69. Гидродинамическое давление в полости открытой снизу сваи-оболочки (или полой круглой сваи) при вибропогружении возникает вследствие передачи продольных колебаний на столб разжиженного грунта и воды, находящийся в полости. Передача колебаний становится возможной в результате образования в нижней части полости жесткой грунтовой пробки при достижении сваей-оболочкой достаточно плотного грунтового слоя.

Эффективным средством защиты свай-оболочек в этом случае является применение специальных конусных саморазрушающихся наконечников, закрывающих полость сваи-оболочки снизу от проникновения в нее воды и разжиженных грунтов. Наконечник, не затрудняя вибропогружение в верхние слабые грунты, ломается при внедрении сваи-оболочки в плотный грунт, когда возможность поступления воды в полость существенно ограничивается, и не препятствует дальнейшему погружению на требуемую глубину.

Другим достаточно действенным средством снижения гидродинамического давления, а в некоторых случаях и полного его устранения (при отсутствии разжиженных грунтов над грунтовой пробкой) является удаление воды из полости сваи-оболочки посредством откачки глубинным насосом или вычерпыванием. В последнем случае для вычерпывания воды из полости свай-оболочек рекомендуется изготовить специальную цилиндрическую емкость, диаметр которой принимается на 10—15 см меньше диаметра полости, а высота назначается в зависимости от высоты подъема крюка и грузоподъемности крана. Входное отверстие устраивается в нижней части емкости и снабжается затвором, открываемым внутрь с помощью троса.

При малых глубинах воды и отсутствии разжиженных грунтов снижение гидродинамического давления достигается постановкой над грунтовой пробкой специального пневматического амортизатора* или подачей в нижнюю часть водяного столба в полости сваи-оболочки с помощью шлангов сжатого воздуха под давлением 6—8 кгс/см² от компрессора производительностью 4—6 м³/мин.

Погружение подмывом и подмывом в сочетании с вибрационным или ударным воздействием

3.70. Допустимость применения подмыва при погружении свайных элементов определяется проектной организацией в зависимости от конструкции подземной части сооружения, рельефа местности, грунтовых и других условий.

Применение подмыва вблизи существующих сооружений, если подмыв может вызвать их просадку, или на расстоянии от них менее 20 м не допускается.

3.71. Погружение подмывом свайных элементов, рассчитанных на восприятие осевых сил, без последующей добивки молотами или вибропогружателями не допускается.

При использовании подмыва для погружения свайных элементов обязательна их добивка до расчетного отказа молотами или вибропогружателями без подмыва на последнем метре погружения.

Погружение шпунта или свай в песчаные или гравелистые грунты подмывом без последующей добивки молотами или вибропогружателями разрешается только в том случае, если шпунт или сваи воспринимают, в основном, горизонтальные силы, а осевые силы являются незначительными.

В глинистых грунтах погружение, в основном, осуществляется за счет ударных или вибрационных воздействий, а подмыв используется лишь как вспомогательное средство для преодоления лобового сопротивления и, частично, для снижения сил трения по боковым поверхностям.

В гравийно-галечниковых грунтах подмыв малоэффективен. В плотных и твердых глинах подмыв не рекомендуется.

3.72. Комплекс технических средств для подмыва состоит: из подмывных трубок, центробежного многоступенчатого насоса, напорно-распределительной и всасывающей линий.

---

* Пневматический амортизатор изготовляется в соответствии с инструкцией «Временные указания по защите трубчатых железобетонных свай от трещинообразования в процессе вибропогружения, МСН 172-68. Минмонтажспецстрой».

3.73. Подмывные трубки собирают на необходимую длину из отдельных секций металлических труб с толщиной стенки 3÷5 мм. Секции труб соединяют муфтами с резьбой.

Подмывные трубки снабжают коническими наконечниками (угол конусности не более 10°), диаметр выходных отверстий которых равен 0,4—0,45 внутреннего диаметра трубки.

Для увеличения зоны размыва в наконечнике, помимо центрального отверстия, просверливают боковые отверстия диаметром 6—10 мм, наклоненные под углом 30—45° к вертикали и расположенные на расстоянии 40—50 мм от края центрального отверстия.

3.74. Подмывные трубки прикрепляют к боковой поверхности свайного элемента удерживающим хомутом, который крепится у верхнего конца свайного элемента и препятствует смещению подмывных трубок в продольном направлении, и направляющими хомутами, предотвращающими уход трубок в сторону от свайного элемента. Конструкция направляющих и удерживающих хомутов не должна препятствовать извлечению подмывных трубок из грунта после погружения.

Для контроля положения подмывных трубок по высоте они должны быть размечены на дециметры по длине несмываемой краской, начиная от сопла наконечника.

3.75. Вода по напорной линии подается в водораспределитель, имеющий вентиля, к которым подключают подводящие резиновые высоконапорные шланги, рас танные на давление 15—25 кгс/см².

3.76. Для уменьшения потерь давления в трубопроводах насосную установку необходимо располагать возможно ближе к месту работ. Напорный трубопровод должен быть снабжен манометром и предохранительным клапаном во избежание повреждений насосной установки при случайных закупорках отверстий наконечников грунтом.

3.77. Для погружения железобетонных свай сплошного сечения рекомендуется следующее подмывное устройство: короткий изогнутый отрезок подмывной трубки, забетонированный в свае и одним концом с соплом выходящий к острию сваи, а другим концом, имеющим винтовую нарезку,—на ее боковую грань. Наличие нарезки позволяет вывинчивать инвентарную подмывную трубку (подающую воды сверху) после погружения сваи и использовать ее при погружении следующих свай.

3.78. При погружении шпунта подмывной трубки следует располагать симметрично относительно продольной оси шпун-

тового ряда, ближе к пазу для создания более плотного прижатия шпунтин друг к другу.

3.79. При погружении полых свай следует применять одну подмывную трубку, расположенную по центру сечения. Для свай-оболочек подмывные трубки следует располагать равномерно по внешнему периметру из расчета одна трубка на 1—1,5 м периметра, но не менее 2 шт.

3.80. При погружении наклонных свай и свай-оболочек должны применяться три подмывные трубки, одна из которых устанавливается вдоль верхней наклонной поверхности, а две другие—по бокам сваи или сваи-оболочки.

3.81. Для уменьшения наплыва грунта внутрь полых свай и свай-оболочек, в процессе их вибропогружения с подмывом, нижние концы подмывных трубок должны быть выше нижнего конца свай и свай-оболочек на 0,5÷1,5 м в зависимости от их диаметра и подвижности грунта.

3.82. При значительных (свыше 20—25 м) глубинах погружения подмыв должен сопровождаться нагнетанием в зону подмыва сжатого воздуха через воздухоподводящие трубки, скрепляемые с подмывными трубками-хомутами. Расход воздуха на выходе из трубки должен быть не менее 2—3 м^3/мин. Нижние концы воздухоподводящих трубок следует располагать на 1 м выше подмывных.

3.83. Способ погружения железобетонного шпунта, помимо геологических условий, должен быть увязан с конструкцией данного шпунта. При рассредоточенной площади поперечного сечения шпунтин, например, таврового типа, погружение надлежит осуществлять в основном за счет подмыва, а вибрационное воздействие следует рассматривать как вспомогательное средство для уменьшения напора и расхода воды. В отдельных случаях может оказаться достаточным лишь пригрузка шпунтины весом вибропогружателя.

Применение молотов в этом случае следует избегать, за исключением молотов двойного действия с малой энергией одиночного удара.

При сосредоточенной площади поперечного сечения шпунтин типа призматических с прямоугольным поперечным сечением погружение производится теми же способами, что и железобетонных свай.

3.84. При погружении железобетонного шпунта и свай в основном за счет подмыва, обязательно применение направляющих устройств. При больших объемах работ направляющие устройства должны быть инвентарными.

Разрешается применять любые типы и виды направляю-

щих устройств за исключением плоских и одноярусных кондукторов и каркасов; они должны обеспечивать проектное положение свай и шпунта в плане и профиле с учетом допусков, принятых в проекте возводимого сооружения. Скорость перемещения направляющих устройств должна обеспечивать необходимый темп ведения работ.

При использовании направляющих плавучего типа необходимо в процессе ведения работ вести непрерывное наблюдение за их креном и дифферентом.

3.85. При погружении шпунта и свай подмывом во избежание просадок ранее погруженных шпунтин и свай при окончании погружения подмывные трубки не рекомендуется погружать ниже отметки низа шпунтового ряда или острия соседних свай. Одновременно должно быть обеспечено регулирование в необходимой степени напора подмывных струй.

3.86. Напор, расход воды и количество подмывных трубок ориентировочно принимают в соответствии с указаниями, приведенными в приложении 7, в зависимости от размеров поперечного сечения погружаемого элемента, глубины погружения и грунтовых условий.

В зависимости от требуемого расхода воды, напора перед наконечником и потерь напора в системе подбирают мощность и количество насосов.

4. ПОЛЫЕ СВАИ И СВАИ-ОБОЛОЧКИ С УШИРЕННЫМИ КАМУФЛЕТНЫМИ ПЯТАМИ

4.1. Взрывные работы по образованию камуфлетных уширений надлежит выполнять строго в соответствии с указаниями проекта силами специальных подрывников под руководством лица, имеющего право ведения взрывных работ, с соблюдением всех положений «Единых правил безопасности при взрывных работах Госгортехнадзора» (М., изд-во «Недра», 1972).

4.2. Для устройства камуфлетных уширений допускается использовать взрывчатые вещества (ВВ) как дробящего, так и дробяще-метательного действия. Применяемые взрывчатые вещества должны быть испытаны. Для подводных взрывов следует преимущественно употреблять влагостойкие ВВ. При изготовлении зарядов из неводоустойчивых ВВ необходимо обеспечить герметичность их упаковки и не применять отсыревшие, а также слежавшиеся ВВ.

Качество применяемых ВВ должно быть проверено контрольными взрывами.

4.3. Заряды ВВ при устройстве камуфлетных уширений следует применять:

— сосредоточенные для полых свай и свай-оболочек при диаметре последних до 1,2 м включительно;

— кольцевые—при диаметре свай-оболочек более 1,2 м.

Вес зарядов ВВ назначается проектом. В необходимых случаях разрешается определять вес заряда ВВ в соответствии с указаниями пп. 4.4 и 4.5. и уточнять после первых производственных взрывов по объему бетона, вошедшего в камуфлетное уширение (см. п. 4.6.), с обязательным согласованием с проектной организацией.

С целью предохранения свайного элемента от разрушения при взрыве его оснащают стальным наконечником для размещения заряда ВВ у его нижнего конца.

4.4. Ориентировочную величину сосредоточенного заряда ВВ необходимо принимать, руководствуясь указаниями табл. 4.1.

Таблица 4.1

Масса заряда ВВ, кг	Средний расчетный диаметр камуфлетного уширения D_2, м (см. рис. 1, *а*)
1	0,8
2	0,9
3	1,0
4	1,1
5	1,2
6	1,3
7	1,4
8	1,5
9	1,6
10	1,7
11	1,8
12	1,9

4.5. Ориентировочная масса кольцевого заряда ВВ принимается по данным табл. 4.2., при этом разность величин внутреннего диаметра $d_{вн}$ сваи или сваи-оболочки и внешнего диаметра кольцевого заряда $(D_1+d_{взр})$ должна быть не более 5 см, а диаметр кольцевой камуфлетной полости D_2 должен быть не более 0,9 D_1 (см. схему *б* на рис. 1).

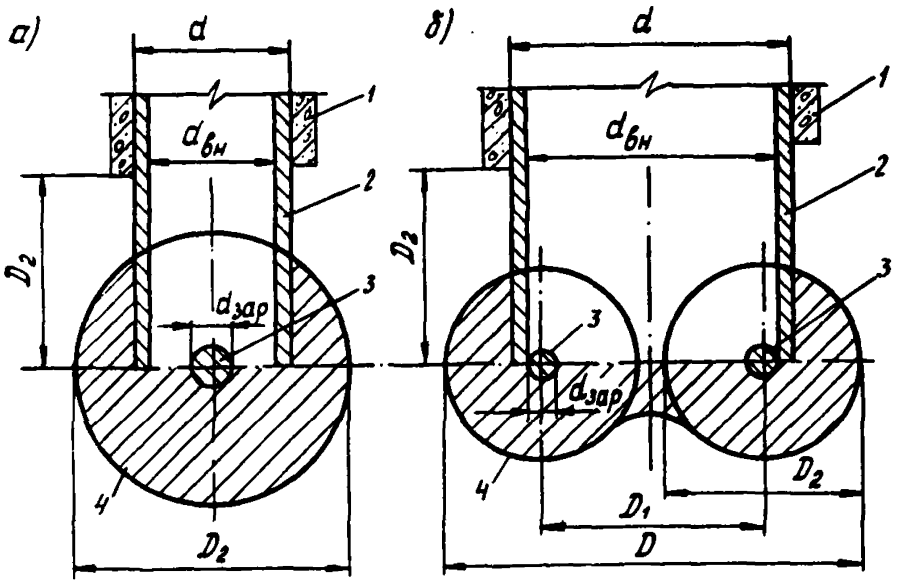


Рис. 1. Схемы камуфлетных уширений:

а—образованных сосредоточенным зарядом ВВ; *б*—образованных кольцевым зарядом ВВ; *1*—свая или свая-оболочка; *2*—стальной наконечник; *3*—заряд ВВ; *4*—камуфлетное уширение

Таблица 4.2

Диаметр кольцевой камуфлетной полости D_2, м	Плотность укладки ВВ, г/см³		
	0,8	0,9	1,0
	Диаметр поперечного сечения кольцевого заряда $d_{зар}$, мм		
0,5	36	33	30
0,6	42	39	36
0,7	48	44	42
0,8	51	48	45
0,9	58	55	52
1,0	63	60	57
1,1	68	64	60
1,2	75	70	65
1,3	80	75	70
1,4	85	80	75
1,5	90	85	80

Примечания. 1. Диаметр камуфлетного уширения D определяется как сумма среднего диаметра кольцевого заряда D_1 и диаметра камуфлетной полости D_2.

2. Отклонение внутреннего диаметра тонкостенной стальной

трубы или резинового шланга, применяемых для изготовления кольцевого заряда ВВ, от указанных в таблице 4.2 величин должно быть не более 2 мм.

4.6. Расчетную массу заряда ВВ уточняют после первых производственных взрывов по объему бетона, вышедшего из полостей оболочек в камуфлетные уширения. Диаметр образовавшегося камуфлетного уширения при этом определяется по формулам:

а) при сосредоточенном заряде ВВ

$$D_2 = 1{,}3\sqrt[3]{V_1}; \qquad (4.1)$$

б) при кольцевом заряде ВВ

$$D = D_1 + \sqrt{\frac{0{,}4 \cdot V_1}{D_1}}, \qquad (4.2)$$

где V_1—объем бетона, вышедшего из полости сваи или сваи-оболочки в камуфлетное уширение в куб. м, определяемый с учетом разности отметок поверхности бетона до и после взрыва.

4.7. Заряд ВВ должен быть упакован в жесткую тару (стальной, деревянный или пластмассовый ящик). Заряд из неводостойких ВВ дополнительно заключается в водонепроницаемую резиновую или полимерную оболочку. Конструкции упакованного заряда придается объемный вес не менее 1,5 г/см^3.

4.8. Каждый из зарядов должен иметь по четыре электродетонатора, присоединенных параллельно по 2 к основной и дублирующей двухпроводной электросетям. Провода основной и дублирующей сетей должны иметь гидроизоляцию. Для предохранения от повреждения при укладке бетонной смеси в полость сваи-оболочки провода электросети пропускаются сквозь стальные трубки или резиновые шланги, нижние концы которых надежно заводятся в корпус зарядного ящика.

Все электродетонаторы перед установкой в заряд должны быть проверены по сопротивлению и подобраны так, чтобы разница в сопротивлении не превышала 0,3 Ом для детонаторов с константановым мостиком и 0,5 Ом для электродетонаторов с нихромовым мостиком. Провода электродетонаторов после проверки их сопротивления должны быть замкнуты накоротко до момента присоединения их к основной и дублирующей сетям.

4.9. Заряд ВВ в полость сваи или сваи-оболочки необходимо опускать на тросе или проволоке. Использование для этих целей трубок или шлангов, защищающих электровзрывную цепь, запрещается. В полые сваи и сваи-оболочки, погруженные с закрытым концом, заряд ВВ следует укладывать у низа наконечника. При погружении полых свай и свай-оболочек с открытым нижним концом грунт должен быть удален из полости до уровня нижнего конца и заряд ВВ как сосредоточенный, так и кольцевой укладывается в этом же уровне.

Положение заряда в плане фиксируется прикрепленными к зарядному ящику направляющими планками.

4.10. После установки заряда на место должны быть проверены целостность и общее сопротивление всей электровзрывной цепи, при этом разница в расчетном и измеренном сопротивлениях не должна быть более 10%.

Заряд ВВ, опущенный в сваю-оболочку, должен быть засыпан слоем песка толщиной 10—15 см.

4.11. Полости свай или свай-оболочек перед взрывом заполняют литым бетоном с осадкой конуса 20—25 см с таким расчетом, чтобы после взрыва заряда ВВ и выхода бетона в камуфлетную камеру в полости сваи или сваи-оболочки оставался слой бетона высотой не менее 2 м.

Минимальный объем бетона V, который должен быть уложен в полость сваи или сваи-оболочки перед камуфлетированием, исчисляется по формулам:

а) при сосредоточенном заряде ВВ

$$V \geqslant 0{,}6\,D_2^3 + 2d_{вн}^2; \qquad (4.3)$$

б) при кольцевом заряде ВВ

$$V \geqslant 2{,}5\,D_1 \cdot (D^2 - D_1^2) + 2\,D_1^2, \qquad (4.4)$$

где V—объем бетона, м^3;

D—расчетный диаметр камуфлетного уширения, м;

$d_{вн}$—диаметр внутренней полости оболочки, м;

D_1—средний диаметр кольцевого заряда, м.

4.12. Бетон, укладываемый в нижнюю часть свай или свай-оболочек, предназначенный к камуфлетированию, должен гарантировать получение заданной проектом марки и удовлетворять требованиям ГОСТ 4795—68 и 4797—69* на гидротехнический бетон. Марка бетона по морозостойкости не ограничивается. Марка цемента и его расход принимаются в соответствии с заданной маркой бетона, агрессивностью среды и в соответствии с указаниями СНиП II.28-73.

Подвижность бетонной смеси следует обеспечивать подбором ее состава и введением в смесь поверхностно-активных пластифицирующих добавок.

4.13. Укладка литой бетонной смеси должна производиться методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ) в соответствии с требованиями главы XVIII ВСН-34 с принятием мер, обеспечивающих защиту электровзрывной сети от повреждений.

Весь процесс камуфлетирования сваи от укладки заряда ВВ до производства взрыва должен быть непрерывным. После камуфлетирования полости свай и свай-оболочек заполняются бетонной смесью, предусмотренной проектом.

4.14. В процессе устройства камуфлетного уширения каждой сваи надлежит контролировать:

а) отметку уложенного в забой заряда ВВ;

б) объем уложенного в полость бетона до взрыва;

в) отметку бетона в полости до взрыва;

г) то же после взрыва.

Результаты контроля записываются в журнал камуфлетирования свай и свай-оболочек (приложение 1и).

5. БУРЕНИЕ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ СВАЙ-ОБОЛОЧЕК

5.1. Указания настоящего параграфа распространяются на работы по бурению скальных и плотных грунтов в основании свай-оболочек, а также на работы по разбуриванию (разрушению) препятствий (валуны, скальные прослойки и т. п.), встречающихся при погружении свай-оболочек.

Работы по бурению грунтов в основании свай-оболочек следует выполнять в строгом соответствии с указаниями проекта, для чего необходимо:

— получить от проектной организации все необходимые материалы, в том числе данные, характеризующие прочность и трещиноватость пород;

— произвести опытное бурение не менее чем двух скважин;

— укомплектовать все оборудование, опробованное в процессе опытного бурения.

5.2. Работы по бурению грунтов в основании свай-оболочек могут выполняться станками ударно-канатного или вращательного бурения.

5.3. В комплект оборудования, предназначенного для ударно-канатного бурения вертикальных скважин, включаются:

— станок ударно-канатного бурения УКС-30 (или УКС-54 в зависимости от диаметра скважин);

— два долота (как минимум);

— желонки для удаления разбуренной породы (шлама);

— мерник для контроля формы разбуриваемых скважин.

Для бурения скважин диаметром до 1,4 м в скальном грунте в основании наклонных свай-оболочек применяют станок УКС-54; взамен обычного долота используют долото с направляющими роликами и специальным цилиндром, предохраняющим железобетонные сваи-оболочки от повреждения.

Ориентировочная производительность станков ударно-канатного бурения в породах прочностью до 400 кгс/см^2 составляет 0,5—1,0 м в смену.

5.4. Для ведения работ, кроме комплекта бурового оборудования требуются:

— подмости для установки и перемещения бурового станка с необходимым его оснащением и для размещения обслуживающего персонала;

— приспособление для установки на подмости и снятия с них бурового оборудования;

— оснащение, необходимое для ремонта бурового оборудования (электросварочный аппарат, клепальное оборудование);

— комплект оборудования (при необходимости) для тампонажа бетоном забоя перед началом бурения;

— источник электроэнергии;

— вспомогательные обустройства—освещение, связь, спасательные и противопожарные средства.

5.5. До начала бурения грунтов в основании свай-оболочек выполняют следующие работы:

— устройство рабочих подмостей;

— очистку внутренней полости свай-оболочек от грунта;

— определение щупом профиля поверхности скалы или очертания препятствия под ножом сваи-оболочки;

— тампонаж (при необходимости) забоя глиной или бетонной смесью;

— установку на подмости буровых станков и прочего оборудования.

5.6. В зависимости от местных условий необходимые для работ подмости можно устраивать с использованием направляющих каркасов (применяемых для погружения свай-оболочек) в качестве основной несущей конструкции.

Если для погружения свай-оболочек используются переставные каркасы различных конструкций, то для буровых ра-

бот можно использовать подмости, устанавливаемые на период бурения на верх погруженных свай-оболочек.

5.7. Основным элементом буровых подмостей является рабочая площадка, предназначенная для размещения на ней одного или нескольких буровых станков с рабочим комплектом оснащения (долота, желонки, склады глины и т. п.).

Рекомендуется применять подмости из элементов УИКМ. Настил рабочей площадки следует делать из досок толщиной 4—5 см с переносным деревянным ограждением. Верх настила располагают не ниже отметки верха погруженных свай-оболочек.

5.8. Перед бурением из внутренней полости сваи-оболочки необходимо удалить грунтовое ядро.

Несвязные и связные грунты от текучей до тугопластичной консистенции разрабатывают гидравлическим способом.

Для удаления грунта, разрабатываемого гидравлическим способом, из полости сваи-оболочки допускается использование эрлифтов и гидроэлеваторов.

Связные грунты от тугопластичной до твердой консистенции и плотные пески в сваях-оболочках разрабатывают и извлекают механическими способами (грейферами, желонками).

5.9. Для предотвращения натекания несвязного грунта в скважину в процессе бурения при неплотном опирании ножа сваи-оболочки на скалу, для выравнивания поверхности забоя в начальный момент бурения и при разбуривании препятствий, встречающихся в процессе погружения свай-оболочек, необходимо устраивать тампонажный слой из глины или бетона с предварительным определением величины зазора между ножом сваи-оболочки и поверхностью скалы или препятствия, а также неровностей этой поверхности посредством зондирования подмывной иглой с давлением воды в ней до 10 кгс/см^2 при расходе ее до 50 м^3/ч.

5.10. Глиняный тампонаж рекомендуется применять для выравнивания забоя при неровностях его в пределах до 20 см. Глиняный тампон состоит из заброски на забой комковой коллоидной глины слоем 0,3—0,5 м и сверх нее слоя камня 0,2—0,3 м с размером отдельных камней 10—20 см.

При неровностях забоя свыше 20 см и возможности натекания в оболочку несвязного грунта, а также для разбуривания препятствий следует применять тампонаж бетоном, укладываемым в сваю-оболочку подводным способом в соответствии с проектом производства работ (обычно способом вертикально перемещающейся трубы).

Толщину тампонажного слоя из бетона принимают не менее 1 м, а марку бетона—не ниже 100.

5.11. Буровые агрегаты устанавливают на подмости в собранном виде после окончания всех работ по тампонажу. При отсутствии кранов необходимой грузоподъемности допускается монтаж агрегатов на подмостях.

Буровой агрегат располагается таким образом, чтобы его вес передавался через опоры непосредственно на основные несущие элементы подмостей, а его крепление, выполняемое посредством тросовых оттяжек, проволочных скруток и подклинки в соответствии со схемой заводской эксплуатационной инструкции, должно обеспечивать жесткость и стабильность положения агрегата на подмостях при производстве работ по бурению, причем ось рабочего снаряда должна совпадать с осью сваи-оболочки.

5.12. Бурение следует начинать на третий день после укладки тампонажного слоя (если не принимались специальные меры по ускорению твердения бетона).

5.13. В качестве направляющей при бурении скважин в скале под водой допускается использовать железобетонную центрифугированную сваю-оболочку.

Указанная свая-оболочка должна иметь специальный ножевой фланец, имеющий гладкую поверхность внутри и ребра жесткости снаружи.

При большом объеме буровых работ (более 30 скважин) следует применять специальную направляющую оболочку повышенной прочности (металлическую).

5.14. При бурении ударно-канатными станками необходимо обеспечить равномерное дробление породы долотом на забое, не допуская образования местных углублений по форме долота.

Режим бурения характеризуется: числом ударов долота в минуту, высотой подъема долота, типом и весом долота.

Высота подъема долота над забоем зависит от конструкции и мощности станка и физико-механических свойств разбуриваемых пород. Для пород прочностью до 200 кгс/см^2 высоту подъема долота принимают 0,5—0,6 м, для более прочных пород—0,6—1,0 м. При бурении наклонных скважин подъем долота следует назначать до 1,0 м вне зависимости от прочности пород.

Глинистый раствор рекомендуется применять для повышения интенсивности бурения скважин глубиной свыше метра в прочных породах и двух метров в слабых породах. Вне зависимости от глубины скважин, глинистый раствор можно

не применять при бурении мергелей, доломитов, гипса, мела, а также пород, имеющих глинистые прослойки.

При каждом подъеме долота на поверхность его надо тщательно осматривать, обращая особое внимание на состояние резцов, возможное искривление перьев, появление трещин, состояние направляющих устройств и крепление троса.

5.15. При бурении ударно-канатными станками соблюдают следующие требования:

а) До начала бурения на забой забрасывают коллоидную глину (комками) слоем 0,2—0,3 м.

В течение первого часа бурения дополнительно забрасывают глину из расчета 0,5—1,0 м^3 на 1 м^2 площади забоя.

б) Перед забросной глины на забой опускают долото и при натянутом тросе на нем делают метку (оплетка троса проволокой), от которой в дальнейшем замеряется величина углубления скважины. Метку следует располагать в уровне, удобном для наблюдения за ее перемещением.

в) После опускания долота в сваю-оболочку верх ее должен быть обязательно закрыт двустворчатыми щитами с прорезью для троса.

г) Включение, выключение станка и уход за ним должны производиться в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации станка.

д) Через каждые 0,3—0,5 м углубления скважины, разбуриваемой под глинистым раствором, должно производиться удаление шлама желонкой. Не разрешается удалять шлам эрлифтом до окончания бурения скважины под глинистым раствором.

е) Очистка скважин, разбуриваемых без применения глинистого раствора, должна осуществляться эрлифтами через каждые 0,2—0,3 м углубления. При работе эрлифта (во избежание наплыва грунта) следует в сваю-оболочку доливать воду до такого же уровня, как и в водоеме.

ж) При длительных остановках станка, связанных с его ремонтом или очисткой скважины, долото необходимо поднимать и устанавливать на подмости вблизи сваи-оболочки.

Во избежание «захвата» долота оседающим шламом категорически запрещается оставлять долото на забое при любой, даже непродолжительной остановке станка.

При кратковременных перерывах в бурении (в пределах до 15 минут) разрешается долото не ставить на подмости, а только приподнимать над забоем на 3—5 м и оставлять его в подвешенном состоянии.

з) После каждой (периодической) очистки скважины, для

компенсации удаленного глинистого раствора, в процессе бурения должна дополнительно забрасываться глина из расчета 0,2—0,3 м³ на 1 м² поверхности забоя.

и) Контроль правильности формы разбуриваемой скважины осуществляется специальным мерником, опускаемым в скважину после каждой ее очистки.

к) Глубина опускания мерника в скважину контролируется по меткам, сделанным на желоночном тросе станка.

Разница в глубине опускания в скважину долота и мерника в пределах свыше 0,1 м указывает на наличие на забое местных углублений. При обнаружении углубления должны быть приняты меры к его ликвидации.

л) Местное углубление на забое устраняется повторным разбуриванием. Для этого после очистки скважины в нее забрасывают камень крупностью 0,1—0,2 м до отметки на 0,2—0,3 м выше верхней границы углубления и начинают разбуривание.

5.16. Контроль за качеством бурения скважины возлагается на сменного мастера. Результаты бурения скважины должны отражаться в специальном журнале бурения скважин (приложение 1к).

5.17. Глубина скважин предусматривается проектом, а диаметр цилиндрической части скважин должен составлять от 1,05 до 1,15 диаметра сваи-оболочки. Каждая пробуренная до проектной отметки скважина должна быть очищена от шлама и сдана по акту как скрытая работа представителям Технического надзора строительства и заказчика.

В акте должны быть указаны время начала и окончания бурения скважины, характеристика бурового оборудования.

К акту прилагают схему скважины с показанием проходимых пород и их отметок.

5.18. В принятых по акту скважинах производят закрепление свай-оболочек в строгом соответствии с указаниями проекта, а перед закреплением проверяют чистоту скважины. При закреплении свай-оболочек бетоном, укладываемым способом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ), следует руководствоваться указаниями ВСН 110 Минтрансстроя СССР, причем, непосредственно после укладки бетона сваю-оболочку необходимо погрузить в бетон до нулевого отказа вибропогружателем, который подбирается согласно указаниям п. 2.52, как для легких грунтов.

5.19. Если по условиям работы не представляется возможным сразу закрепить сваю-оболочку в пробуренной скважине, бурить рядом находящиеся скважины разрешается, если

расстояние в свету между ними не менее 1 м в слаботрещиноватых и 2 м в сильнотрещиноватых породах.

В противном случае допускается бурение скважин только через одну непробуренную.

6. ВЫПРАВКА И ДРУГИЕ РАБОТЫ ПОСЛЕ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

6.1. Все железобетонные сваи со свободной длиною более 5 м и шпунтовые стенки, подверженные волновому воздействию более 3 баллов, должны быть после погружения раскреплены по схеме, указанной в проекте производства работ и составленной с учетом возможных в данном районе направлений волнения.

6.2. Раскрепление свай осуществляют посредством постановки между соседними сваями связей, жестких в поперечных рядах и гибких в продольных рядах, причем, крайние сваи в продольных рядах должны крепиться к специальным анкерам или существующим сооружениям.

Временное раскрепление шпунтовых стенок осуществляют постановкой жесткого связывающего пояса, положение которого фиксируют оттяжками, подкосами, упорами и т. п.

Без надежного раскрепления запрещается увеличивать колеблющуюся под волновым воздействием массу свай (например, установку на них сборных железобетонных наголовников).

6.3. Стальные и деревянные сваи, имеющие отклонения в плане свыше допускаемых, разрешается выправлять. При этом дополнительное к проектной нагрузке на сваю воздействие горизонтального усилия от выправки не должно нарушать нормальной работы сваи в сооружении.

Железобетонные сваи должны погружаться в пределах установленных допусков.

6.4. Стальные и деревянные сваи следует выправлять по поперечным и продольным створам, начиная с крайних, в каждом пятом—десятом поперечном ряду при помощи стяжек из пенькового каната и временных распорок между соседними сваями. Промежуточные сваи необходимо выправлять, ориентируясь по натянутым на выправленных сваях проволокам.

6.5. Срубка (срезка) свай может быть произведена только с разрешения приемочной комиссии после приемки ею погруженных свай.

6.6. Срезку стальных и деревянных свай следует произ-

водить на проектной отметке, перенесенной с берегового репера на крайние сваи поперечных рядов. На промежуточных сваях линию срезки допускается отмечать по рейке, приложенной к отметке на крайних сваях. Допуски на срезку свай приведены в п. 7.8.

6.7. Опиливать деревянные сваи под водой при небольшом их количестве разрешается вручную, а при значительном количестве—специальными станками, установленными на понтонах.

6.8. Срезка голов призматических железобетонных свай и оголение арматуры последних производится либо специальными механическими устройствами при условии неповреждения бетона ниже плоскости среза, либо отбойными (пневматическими) молотками. В последнем случае работы производят с плавучего мостика и начинают с отколки борозд вдоль стержней продольной арматуры. После срезки автогеном или электрическим резаком обнаженной арматуры срубается оставшийся бетон головы сваи.

6.9. Срезку свай-оболочек производят (со специальных инвентарных круговых мостиков, надеваемых на голову сваи-оболочки и закрепляемых на ней винтовыми зажимами) отбойными молотками или, что лучше, специальными алмазно-корундовыми дисками, установленными на тележках, передвигающихся по рельсам вокруг сваи-оболочки.

6.10. Для защиты срезаемого элемента от возможных крупных выколов бетона при срубке отбойными молотками и обеспечения необходимой точности на свайный элемент устанавливают бандаж из полосовой стали толщиной 5—6 мм, высотой 100 мм. Подрубленную часть свайного элемента в целях безопасности стропят к гаку крана и после обрезки арматуры убирают.

Срубку бетонной головы свайного элемента необходимо производить на несколько сантиметров выше проектной отметки с последующей аккуратной подчисткой плоскости сруба до проектной отметки.

6.11. После срубки и подчистки бетон оставшейся части свайного элемента должен быть освидетельствован приемочной комиссией, которая выдает разрешение на производство дальнейших работ.

6.12. Для выдергивания свайных элементов могут быть использованы следующие машины:

— краны грузоподъемностью 50 тс и выше;

— вибропогружатели В-401 (ВПП-2А);

— шпунтовыдергиватели виброударного действия (Ш-2, МШ-2);

— молоты двойного действия (СССМ-501, СССМ-502).

Применяют также комбинированные способы—сочетание действия выдергивающих средств с подмывом.

6.13. Сопротивление свайных элементов выдергиванию может быть определено по данным табл. 6.1.

Таблица 6.1

Ориентировочные значения сопротивления грунта при выдергивании свайных элементов в тс на 1 м² боковой поверхности

Грунт	Способ выдергивания	
	без вибрации	с применением вибрации
Песок водонасыщенный	4	0,5
Песок сухой	4	1,0
Супесь	5	1,5
Суглинок	6	2,0
Глина	6	3,0

Примечания. 1. Приведенные значения справедливы при глубине погружения свайных элементов не более 12 м.

2. При определении грузоподъемности крана необходимо учитывать также вес свайного элемента и извлекающего механизма (вибропогружателя, шпунтовыдергивателя и т. д.).

6.14. Все выдергивающие устройства должны быть рассчитаны на восприятие усилий, определяемых по данным табл. 6.1 с коэффициентом перегрузки не менее 1,5.

6.15. Пригодность плавучих средств для извлечения свай должна быть проверена расчетом на грузоподъемность и остойчивость.

6.16. При выдергивании свайных элементов, забитых в глинистый грунт, для нарушения сцепления их с грунтом целесообразно осадить свайный элемент вниз на 3—5 см, а потом приступить к выдергиванию.

6.17. При выдергивании стального шпунта рационально применять короткую шпунтину в виде подбабка и осадить ею шпунтины через одну. Тем самым нарушается связь в замках, после чего следует приступить к выдергиванию.

6.18. Скорость подъема крюка крана при извлечении

шпунта с применением вибрирования не должна превышать 3 м/мин в песчаных и 1 м/мин в глинистых грунтах.

Примечание. При извлечении шпунта вибропогружателями, не имеющими специального устройства для гашения колебаний, передающихся на стрелу крана, необходимо применять виброгасящий пружинный амортизатор.

7. ПРИЕМКА СВАЙНЫХ РАБОТ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

7.1. Журналы погружения свайных элементов и сводные ведомости являются документами строгой технической отчетности и должны храниться на строительстве до завершения работ. При сдаче свайного фундамента (шпунтового ограждения) эти документы должны быть переданы заказчику.

7.2. По данным журналов погружения свайных элементов составляются сводные ведомости по формам, указанным в приложениях 1д и 1з.

К ведомости прилагается план расположения свайных элементов с указанием их номеров, расстояний между свайными элементами, зазоров между шпунтинами и отступлений от проектного положения.

Для шпунтового ряда вычерчивается фасадный чертеж с указанием исполнительного положения каждой шпунтины.

7.3. После забивки определенного (по согласованию с заказчиком) участка свайного фундамента (шпунтового ограждения) должна быть произведена сдача-приемка погруженных свайных элементов приемочной комиссией из представителей заказчика и подрядчика.

7.4. Состав приемочной комиссии и порядок ее работы устанавливаются заказчиком и строительной организацией.

7.5. Перечень технических документов, которые должны предъявляться приемочной комиссии, указан в приложении 1а.

7.6. Работа приемочной комиссии должна оформляться актом, в котором на основе анализа предъявленных документов, осмотра и проверки выполненных работ в натуре комиссия определяет качество сдаваемой работы, устанавливает соответствие ее проектным чертежам и требованиям настоящих Технических указаний и выносит решение о принятии предъявленной работы и о производстве дальнейших работ.

7.7. Для оформления приемки свайного фундамента (шпунтового ограждения) рекомендуется типовая форма акта, в котором отражены все основные вопросы, характеризующие сдаваемый свайный фундамент.

Форма акта приведена в приложении 1в.

7.8. Отклонения от проектного положения погруженных на акваториях свай, свай-оболочек и шпунта не должны превышать величин, указанных в табл. 7.1, 7.2, 7.3, 7.4.

Примечание. Величины отклонений свайных элементов в плане замеряются на уровне проектного положения головы свайного элемента.

Таблица 7.1

Допускаемые отклонения в плане голов свай

Виды свай	Величина отклонений (допуск)
Сваи в кустах и свайных полях с монолитным ростверком	1 диаметр (сторона квадратной) сваи
Сваи с наголовниками (капителями)	0,5 диаметра, но не более 20 см
Ряды свай, перекрываемые общей насадкой (или балкой):	
а) вдоль оси насадки	1 диаметр, но не более 40 см
б) перпендикулярно оси насадки	0,25 диаметра сваи в каждую сторону от оси ряда, но не более 15 см
Сваи в крайних рядах кустов и свайных полей	0,5 диаметра сваи, но не более 20 см
Железобетонные сваи-оболочки диаметром до 1,2 м и стальные трубчатые сваи диаметром от 0,8 до 1,2 м	25 см

Таблица 7.2

Допускаемые отклонения в плане деревянных и стальных шпунтовых рядов

Виды шпунтов	Величина отклонений (допуск)
Деревянные шпунтовые ряды набережных, однорядных перемычек с подкосами и двухрядных перемычек	Толщина шпунта
Деревянный шпунт прочих сооружений на отметке верха (среза) шпунта	Толщина шпунта
Деревянный шпунтовый ряд перемычек (без подкосов)	30 см

Продолжение табл. 7.2

Виды шпунтов	Величина отклонений (допуск)
Стальной шпунт при погружении плавучим копром:	
а) на отметке верха шпунта	30 см
б) на отметке поверхности грунта	15 см
Стальной шпунт при погружении с суши на отметке верха шпунта	15 см

Примечание. Проверка отклонений производится до срезки и выправления шпунтового ряда.

Таблица 7.3

Допускаемые отклонения железобетонных шпунтов

Виды шпунтов	Отклонение шпунтовой стенки на отметке верха шпунта от проектной оси на 30 пог. м стенки, см	Отклонение каждой шпунтины в плане относительно соседних на отметке верха шпунта и на отметке поверхности грунта (вдоль и поперек кордона), см	Максимальный уклон шпунтов	
			вдоль линии кордона	поперек линии кордона
Железобетонный шпунт прямоугольного поперечного сечения	10	3	200 : 1	100 : 1
Железобетонный шпунт таврового поперечного сечения .	7	2	150 : 1	100 : 1

Таблица 7.4

Допускаемые отклонения высотных отметок голов свайных элементов

Тип свайного элемента и вид срезки	Величина отклонения, см
Железобетонные сваи-оболочки, срезанные абразивными дисками	—1
Железобетонные сваи и шпунт, срубленные отбойными молотками	—3
Стальные трубчатые сваи и стальной шпунт	—1
Деревянные сваи и шпунт	—2

Допускаемое отклонение от проектной глубины погружения в сторону недобивки не должно превышать:

— для свай и свай-оболочек—20 см;

— для шпунтин—10 см.

Тангенс угла отклонения продольной оси сваи или сваи-оболочки от проектного положения не должен превышать 1/100.

Число свай или свай-оболочек, имеющих максимально допустимые отклонения от проектного положения, не должно превышать 25% общего их числа в фундаменте.

Для железобетонных свай-оболочек и стальных труб диаметром более 1,2 м допуски указываются в проекте.

7.9. Отклонения в плане и профиле менее величин, указанных в п. 7.8, могут устанавливаться проектной организацией в зависимости от местных условий и требований, предъявляемых к фундаменту или шпунтовому ряду. Но в этом случае проектом организации строительства и составляемом в его развитие проектом производства работ должны быть предусмотрены также направляющие устройства (каркасы, инвентарные кондукторы и т. п.) и способы погружения, которые обеспечивают соблюдение установленных проектной организацией допусков.

7.10. Каждая забитая свая, свая-оболочка и все шпунтовые стенки подлежат обследованию. Обследования в подводной зоне следует выполнять в соответствии с указаниями главы XVIII ВСН 34-78. Результаты подводных обследований фиксируются специальным актом.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Перечень технических документов, подлежащих предъявлению приемочной комиссии по свайным работам

А. При приемке разбивочных работ

1. Схемы разбивки и привязки к опорным пунктам (или к магистральной линии) основных осей сооружения.
2. Каталог геодезических знаков.
3. Журналы измерений углов и линий.
4. Журналы нивелировки.

Б. При приемке свайных фундаментов и шпунтовых стенок

1. Проектные чертежи с геологическими (гидрогеологическими) профилями.
2. Рабочие чертежи свайных элементов.
3. Исполнительный схематический план забитых свайных элементов с указанием на нем границ сдаваемого участка, основных разбивочных линий, величин отклонений в плане забитых свайных элементов от проектного положения.
4. Продольные профили по линиям забитых шпунтин с указанием фактических и проектных отметок низа и верха шпунтин.
5. Результаты динамических и статических испытаний свай и свай-оболочек.
6. Паспорта заводов-изготовителей на железобетонные свайные элементы.
7. Акты освидетельствования свайных элементов до их погружения в грунт (приложение 1б).
8. Акты освидетельствования и приемки свайного фундамента (шпунтовой стенки) (приложение 1в).
9. Журналы забивки свай (приложение 1г).
10. Сводная ведомость забитых свай (приложение 1д).
11. Журналы погружения шпунта (приложение 1е).
12. Журналы вибропогружения свай-оболочек (свай) (приложение 1ж).
13. Сводная ведомость погружения свай-оболочек (свай) (приложение 1з).
14. Журналы камуфлетирования полых свай и свай-оболочек (приложение 1и).
15. Журналы бурения скважин в основании свай-оболочек (приложение 1к).
16. Журналы закрепления свай-оболочек в скважинах.
17. Акты водолазного обследования.

Приложение 16

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

АКТ №_____

освидетельствования свайных элементов до их погружения в грунт

«____»_____ 19 г. Мы, нижеподписавшиеся, _____

_____
(должность, фамилия, инициалы)

произвели освидетельствование свай, свай-оболочек, шпунта (ненужное зачеркнуть) _____ предназначенных для
(наименование материала)

_____
(наименование сооружений или конструкций)

При освидетельствовании рассмотрены:

а) паспорта №_____железобетонных свайных элементов;

б) выписка из сертификата №_____для стальных свайных элементов.

На основании изложенного установлено:

а) железобетонные, стальные свайные элементы (ненужное зачеркнуть), имеющие марки_____соответствуют требованиям проекта, действующих ГОСТ и СНиП и могут быть применены для_____

_____
(наименование сооружений или конструкций)

б) деревянные свайные элементы, изготовленные из _____
(порода и сорт леса) имеют диаметр (сечение) от_____см до_____ см.

Обрезка верхнего, заострение нижнего концов и стыки свайных элементов выполнены в соответствии с техническими требованиями. Свайные элементы могут быть использованы для _____

_____
(наименование сооружений или конструкций)

Производитель работ
Мастер
Представитель заказчика

Приложение 1в

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

АКТ №_____

освидетельствования и приемки свайного фундамента (шпунтовой стенки)

«____» _____ 19 г. Комиссия в составе: _____

_____

_____

_____
(должность, фамилия, инициалы)

действующая на основании _____

_____
(ссылка на приказ, распоряжения руководителей организаций, участвующих в приемке, или на права по должности)

произвела освидетельствование и приемку свайного фундамента (шпунтовой стенки) _____
(наименование объекта)

Комиссии предъявлены:

1. Рабочие чертежи № _____ разработанные

_____
(наименование организации)

с нанесением на них отклонений от проекта, допущенных в процессе строительства.

2. Журнал производства работ №_____

3. Журнал авторского надзора №_____

4. Документы, указанные в перечне приложений к настоящему акту.

Комиссия, ознакомившись с предъявленными документами и проверив выполнение работ в натуре, постановила:

1. Качество работ признать _____

_____

_____

2. Разрешить выполнение дальнейших работ _____

_____

_____

_____

_____

_____

Перечень приложений*: _____

_____

_____

_____

_____

Подписи

* С учетом требований, приведенных в приложении 1а настоящих Технических указаний.

Приложение 1г

Форма заглавного листа

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

ЖУРНАЛ №_____

забивки свай

Начало _____ Окончание _____

Сваи № _____

_____

1. Система копра (тип направляющего оборудования) _____

_____

_____

2. Тип молота _____

3. Вес ударной части молота _____ кгс.

4. Давление (воздуха, пара) по паспорту _____ кгс/см².

5. Энергия удара молота (по паспорту) _____ кгс · м.

6. Тип и вес наголовника _____

_____ кгс.

7. Характеристика амортизаторов свайного наголовника (материал, толщина, площадь, периодичность замены) _____

_____

_____

_____

8. Отметка горизонта воды _____ м.

Форма страниц журнала

СВАЯ №_____ (по плану)

1. Дата забивки (и добивки) _____

2. Марка сваи _____; материал _____;
Паспортный №

длина _____ м; поперечное сечение _____ см,

3. Отметки:

поверхности грунта у сваи _____;

острия сваи $\frac{\text{проектная}}{\text{фактическая}}$ _____.

4. Проектный отказ _____ см при высоте падения ударной части молота _____ см.

№ залога	Высота подъема ударной части молота, см	Число ударов в залоге	Глубина погружения сваи от залога, см	Отказ от одного удара, см	Примечание

Исполнитель _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Форма последней страницы журнала

Примечания. 1. Записи в журнале должны производиться непосредственно у места погружения свай. Ведение черновых записей на отдельных листках, тетрадях и т. п. с последующим переписыванием в журнал категорически запрещается.

2. В графе «Примечание» указываются причина и длительность задержек в производстве работ по погружению свай, а также отмечаются все случаи их повреждения.

3. В случае замены оборудования, указанного на заглавном листе, в журнале делаются соответствующие записи.

Всего в настоящем журнале прошнуровано и пронумеровано _____ страниц (шнуровку закрепить печатью)

Начальник участка (старший производитель работ) _____ (фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Начальник производственно-технического отдела _____ (фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Приложение 1д

Министерство
транспортного
строительства
СССР

(главное управление)

(трест)

(строительная организация)

Строительство

(наименование и месторасположение)

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ЗАБИТЫХ СВАЙ

(с № 1 по №_____)

Начало_____ Окончание_____

№ пп	№ журналов забивки	№ свай по плану фундамента	Тип сваи	Дата забивки и смена	Отметка острия сваи		Тип молота	Общее количество ударов	Отказ от одного удара, см, при последнем залоге		Примечание
					по проекту	фактически			при забивке	при добивке	

Приложение. План с нанесением проектного и фактического положения забитых свай с указанием их номеров.

*Начальник участка (старший производитель работ)*_____
(фамилия, имя, отчество)

*Подпись*_____

*Начальник производственно-технического отдела*_____
(фамилия, имя, отчество)

*Подпись*_____

Приложение 1е

Форма заглавного листа

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

ЖУРНАЛ №_____

погружения шпунта

Начало_____ Окончание_____

Шпунтины №_____

Система копра (крана)_____

Тип молота (вибропогружателя)_____

_____

Вес ударной части молота_____кгс.

Тип и вес наголовника_____кгс.

Материал и сортамент шпунта _____

Длина шпунта_____м.

Отметка поверхности грунта _____ м.

Отметка горизонта воды _____ м.

Форма страниц журнала

№ пп	№ шпунтины по плану	Дата погружения	Отметка верха шпунтины		Отметка низа шпунтины		Величина срезки (или наращивания) шпунтины, м	Исполнитель		Примечание
		смена	по проекту	фактически	по проекту	фактическая		фамилия, имя, отчество	Подпись	

Форма последней страницы

Примечания. 1. В графе «Примечание» указываются причина и длительность задержек в производстве работ по погружению шпунтин, а также отмечаются все случаи их повреждения.

2. В случае замены оборудования в журнале делается соответствующая запись.

В настоящем журнале прошнуровано и пронумеровано _____ страниц (шнуровку закрепить печатью).

Начальник участка (старший производитель работ) _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Начальник производственно-технического отдела _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Приложение 1ж

Форма заглавного листа

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

ЖУРНАЛ №_____

вибропогружения свай-оболочек (свай)

Начало_____ Окончание_____

Сваи-оболочки (сваи) №_____

_____

Система копра (крана) и направляющих устройств _____

_____

Тип вибропогружателя _____

Тип и вес наголовника _____ кгс.

Характеристика сваи-оболочки (сваи) _____
(материал, наружный

_____
диаметр, толщина стенки)

Тип стыка секций _____

Способ извлечения грунта _____

_____

Способ защиты от гидравлического удара _____

_____

Отметка горизонта воды _____ м.

Форма страниц журнала

СВАЯ-ОБОЛОЧКА (СВАЯ) №_____
по плану

1. Длина общая _____ м.

2. Количество и длина каждой секции _____ шт. _____ м.

3. № паспортов секций _____

4. Отметки:

а) дна акватории (или поверхности грунта у сваи-оболочки (сваи) _____

_____

б) низа сваи-оболочки (сваи) $\frac{\text{проектная}}{\text{фактическая}}$ _____

в) верха грунта в полости сваи-оболочки (сваи) после погружения _____

_____

5. Погружение сваи-оболочки (сваи) от собственного веса и веса вибропогружателя _____

6. Скорость погружения при последнем залоге _____ см/мин.

Даты: начало погружения _____

конец погружения _____

Дата, смена	№ залога	Продолжительность залога, мин	Погружение от залогов, см	Отдых после очередного залога, мин	Данные о работе вибропогружателя					Амплитуда колебания сваи-оболочки (сваи), см	Отметка низа сваи-оболочки (сваи) после залога	Отметка грунта в свае-оболочке		Примечание
					Частота вращения дебалансов, об/мин	Напряжение тока, В	Сила тока, А	Показания счетчика, кВт-ч				до удаления	после удаления	
								в начале залога	в конце залога					

Исполнитель _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Форма последней страницы журнала

Примечания. 1. Записи в журнале должны производиться непосредственно у места вибропогружения свай-оболочек (свай). Ведение черновых записей на отдельных листках, тетрадях и т. п. с последующим переписыванием в журнал категорически запрещается.

2. В графе «Примечания» указываются: причины и длительность задержек в производстве работ по погружению свай-оболочек (свай); случаи повреждения вибропогружателя или свай-оболочек (свай); данные о стыковке секций и выемке грунта.

3. В случае замены оборудования, указанного на заглавном листе, в журнале делаются соответствующие записи.

Всего в настоящем журнале прошнуровано и пронумеровано

_____ страниц (шнуровку закрепить печатью)

Начальник участка
(старший производитель работ) _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Начальник производственно-технического отдела _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Приложение 13

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ

погружения свай-оболочек (свай)

(с №_____по №_____)

Начало_____ Окончание_____

№ пп	Дата погружения	№ журналов вибропогружения	№ по плану	Тип свай-оболочки (сваи)	Длина, м	Отметка нижнего конца сваи-оболочки (сваи)		Тип вибропогружателя	Данные о последнем залоге				Высота грунтового ядра в свае-оболочке (свае) после погружения, м	Примечание
						по проекту	фактическая		Частота вращения дебалансов, об/мин	Потребляемая мощность, кВт	Амплитуда колебания, см	Скорость погружения, об/мин		

Приложение. План свай-оболочек (свай) по проекту с нанесением их фактического положения и указанием номеров.

*Начальник участка (старший производитель работ)*_____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

*Начальник производственно-технического отдела*_____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Приложение 1и

Форма заглавного листа

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

ЖУРНАЛ №_____

камуфлетирования полых свай и свай-оболочек

Начало_____ Окончание_____

№ свай или свай-оболочек по плану _____

_____

Наружный диаметр сваи или сваи-оболочки _____ м.

Толщина стенки сваи или сваи-оболочки _____ см.

Проектный диаметр уширения _____ м.

Тип ВВ_____

Заданная марка бетона камуфлетного уширения сваи или сваи-оболочки и подвижность (осадка конуса) бетонной смеси _____

_____ см.

Заданная марка бетона заполнения полости сваи или сваи-оболочки после камуфлетирования и подвижность (осадка конуса) бетонной смеси _____

_____ см.

Форма страниц журнала

№ пп	Дата камуфлетирования	№ свай или свай-оболочек по плану	Отметка низа наконечника		Масса заряда ВВ, кг	Отметка уровня бетонной смеси		Высота опускания бетонной смеси после взрыва, м	Объем бетонной смеси, вышедшей в уширение, м³	Подписи сменного мастера-взрывника
			по проекту	фактическая		до взрыва	после взрыва			

Форма последней страницы журнала

Примечания. 1. Контрольные образцы бетона берутся от каждой камуфлетированной сваи или сваи-оболочки.

2. Расчетный диаметр уширения определяется по объему бетона, вышедшего из полости сваи-оболочки (сваи) в камуфлетное уширение.

Всего в настоящем журнале прошнуровано и пронумеровано _____страниц (шнуровку закрепить печатью).

Начальник участка (старший производитель работ) _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Начальник производственно-технического отдела _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Приложение 1к

Форма заглавного листа

Министерство
транспортного
строительства
СССР

_____
(главное управление)

_____
(трест)

_____
(строительная организация)

Строительство _____

_____
(наименование и месторасположение)

ЖУРНАЛ №_____

бурения скважин в основании свай-оболочек

Начало _____ Окончание_____

№ свай-оболочек по плану_____

_____

Тип бурового станка _____

Тип бурового снаряда (инструмента) _____

Наружный диаметр сваи-оболочки _____ м.

Толщина стенки сваи-оболочки _____ м.

Отметка горизонта воды_____ м.

Форма страниц журнала

СВАЯ-ОБОЛОЧКА №_____

Отметка дна акватории _____ м

Отметка грунта в свае-оболочке перед бурением _____ м.

Отметка дна скважины по проекту _____ м.

Дата и смена	Время бурения, ч		Отметка забоя скважины, м		Пробурено, м	Характеристика разбуриваемых грунтов	Исполнитель		Примечание
	начало	конец	до бурения	после бурения			фамилия, имя, отчество	подпись	

Форма последней страницы

В настоящем журнале прошнуровано и пронумеровано _____ страниц (шнуровку закрепить печатью).

Начальник участка
(старший производитель работ) _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

Начальник производственно-технического отдела _____
(фамилия, имя, отчество)

Подпись _____

ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

от размеров железобетонных свайных элементов

Наименование отклонений	Единица измерения	Величина отклонений (допуск)			
		сваи призматические и круглые полые	сваи-оболочки	шпунт прямоугольный	шпунт тавровый
1	2	3	4	5	6
По длине элементов (звеньев):					
а) при длине до 10 м . . .	мм	±30	±30	±30	±30
б) при длине более 10 м .	»	±40	±30	±50	±50
По размерам сторон или наружного диаметра поперечного сечения	»	+5	+7 —3	+5	+10
По длине острия	»	±30	—	±30	—
По смещению острия от центра	»	10	—	10	—
По наклону плоскости верхнего торца:					
а) для сплошных свайных элементов	%	1	—	1	1
б) для полых свайных элементов	»	0,3	0,3	—	—
По толщине стенки:					
а) при наибольшем размере поперечного сечения до 2000 мм	мм	+5	+7 —3	—	+5
б) при наибольшем размере поперечного сечения 2000 мм и более	»	—	+10 —5	—	—
По кривизне (стрелке вогнутости или выпуклости) . .	»	10	10	10	20
По размерам элементов замка шпунта:					
паза	»	—	—	+5	—
гребня	»	—	—	—5	—
четвертей	»	—	—	—	±5

Наименование отклонений	Единица измерения	Величина отклонений (допуск)			
		сваи призматические и круглые полые	сваи-оболочки	шпунт прямоугольный	шпунт тавровый
1	2	3	4	5	6
По толщине защитного слоя	мм	+5	+5	+5	+5
По шагу сеток, спирали или хомутов	»	±10	±10	±10	±10
По расстоянию между продольными стержнями арматуры, проволоками или прядями	»	±5	±10	±10	±10
По расстоянию от центра подъемных петель или меток для строповки до конца свайного элемента	»	±50	±10	±50	±50
По смещению положения подъемных петель относительно продольной оси свайного элемента	»	20	—	20	20

Приложение 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

механизмов, оборудования и устройств, применяемых при свайных работах

Паровоздушные молоты одиночного действия

Основные характеристики	Модели				
	1500 (П6А)	СССМ-007	СССМ-570	СССМ-582 (0276)	СССМ-680
Общая масса, кг	1750	1932	2700	4300	8845
Масса ударной части, кг	1500	1250	1800	3000	6000
Максимальная высота подъема ударной части, мм	1550	1440	1500	1300	1370
Число ударов в минуту	20—26	30	30	30	30
Поверхность нагрева котла не менее, м²	12	12	19	27	55
Внутренний диаметр шланга, мм	25	32	38	50	75
Основные габаритные размеры молота, мм:					
высота	2420	4760	4840	4640	4960
длина	790	780	810	1180	1410
ширина	820	790	780	900	880

Паровоздушные молоты двойного действия

Модель молота	СССМ-502	СССМ-501	СССМ-708	С-35	С-32	СССМ-742А (С-231)	БР-28
№ молота (по старому условному обозначению)	6	7	9	1,5	1	10	—
Общая масса, кг	1432	2088	2968	3767	4095	4450	6550
Масса бойка, кг	180	365	680	614	655	1130	1450
Ход бойка, мм	222	242	406	450	525	580	500
Диаметр цилиндра, мм	248	317	215	200	240	254	330—480
Ориентировочная энергия одного удара, кгс · м	390	570	950	1090	1590	1820	2500
Число ударов в минуту	275	225	140	135	125	105	120
Потребность сжатого воздуха, $м^3$/мин	7,8	11,3	12,7	12,8	17	17	30
Поверхность нагрева котла, не менее, $м^2$	25	35	40	35	40	50	60
Внутренний диаметр шланга, мм	30	30	38	38	38	55	60
Габаритные размеры молота, мм:							
высота	1613	1853	2491	2375	2390	2689	3190
длина	380	535	560	650	632	660	650
ширина	656	725	710	710	800	810	1003

Примечание. Молоты СССМ-502 и СССМ-501 могут использоваться как сваевыдергиватели. Рабочее избыточное давление пара или воздуха, подаваемого в молот, должно быть 6—8 $кгс/см^2$.

Трубчатые дизель-молоты

Шифр молота								
По Минтрансстрою			УР1-1250	УР1-1800	УР1-2500	УР1-3500	УР1-5000	УР1-7500
По ГОСТ 7888—73			МД-1250	МД-1800	МД-2500	МД-3500	МД-5000	МД-7500
Заводской	с воздушным охлаждением		С-858	С-859	С-949	С-954	С-974	
	с водяным охлаждением		С-995	С-996 С-996с	С-1047 С-1047с	С-1048 С-1048с	СП-54	
Общая масса, кг			2600	3500	5600—5800	7300—8000	9000—10000	14000
Масса ударной части, кг			1250	1800	2500	3500	5000	7500
Высота молота, м			4,0	4,2	5,0	5,1	5,3	5,5

Примечания. 1. Молоты С-996с, С-1047с и С-1048с выпускаются в северном исполнении.
2. Наибольшая высота падения ударной части трубчатых молотов — 3 м; частота ударов в мин—42—55; наибольший допустимый наклон сваи—4 : 1.

Штанговые дизель-молоты

Шифр молота	По ГОСТ 7888—73	МД-1250	МД-1800	МД-2500
	Заводской	С-222 С-222А	С-268 С-268А	С-330
Масса общая, кг		2200	3100	4200
Масса ударной части молота, кг		1250	1800	2500
Наибольшая высота подъема ударной части, м		1,8	1,8	2,3
Высота молота, м		3,4	3,9	4,6

Примечание. Частота ударов штанговых дизель-молотов в мин—50—55.

Вибропогружатели

Наименование параметров	Единица измерения	Марки вибропогружателей							
		ВПП-2А[1] (В-401)	ВП-1[1] (С-1003)	ВП-3М[1]	ВУ-1,6[2]	ВП-160[2)3)]	ВП-170М[2]	ВРП-60/200[4]	ВУ-3[3]
Максимальный статический момент массы дебалансов	т · см	1,0	9,3	23,6	34,5	35,2	51,0	30÷60	99,4
Частота вращения дебалансов	об/мин	1500	420	408	498	404/808 449/898 505/1010	475÷550	300÷520	500 550
Вынуждающая сила	тс	25	19,0	44	96	102 125 160	127—170	50—182	280 340
Тип электродвигателей	—	АОП-83-6	ВМТ-6 или МТВ-612-10	МТВ-711-10 или ВМТ-7	АК-101-8М	АК-104-8М	АК-113-8М	ВМТ-7 АК-102-8М	АК-113-8М
Минимальная мощность электродвигателя	кВт	40	60	100	75×2	155	200	100×2	200×2
Число оборотов электродвигателя	об/мин	960	580	580	735	735	730	735	730
Габаритные размеры:									
высота	мм	2250	1650	2130	1850	3750	3300	2470	2480
ширина	»	800	860	1540	2700	1420	1530	2020	4420
длина	»	1270	1300	1560	2620	2050	1600	4280	5150
Масса с электродвигателем, не более	кг	2200	4500	7500	11600	11200	12400	13000	27600

Примечания. 1. Вибропогружатели с постоянными параметрами.

2. Вибропогружатели с постоянным статическим моментом дебалансов и узлом трехступенчатого изменения частоты их вращения с помощью коробки скоростей при остановке вибропогружателя.

3. Вибропогружатели с проходным отверстием, с постоянным моментом дебалансов и изменяемой на ходу частотой их вращения с пульта управления.

4. Вибропогружатель с проходным отверстием, с изменяемыми на ходу моментом дебалансов и частотой вращения автоматическим или ручным регулированием режима вибрации во время работы.

5. Вибропогружатель двухчастотный.

Вибромолоты

Наименование параметров	Единица измерения	Марка вибромолота			
		ВМ-7у	МШ-2	ВМС-1	ВМС-2
Установочная мощность двигателей	кВт	2×7,5	2×22	2×30	2×40
Число оборотов дебалансов	об/мин	1440	970	730	600
Максимальный момент массы дебалансов	кг · см	300	900	2300	4500
Максимальная вынуждающая сила	тс	8,4	13,4	14	18
Масса ударной части	кг	650	2000	2850	5000
Число ударов в минуту	—	1440	970	730	600
Габаритные размеры: высота	мм	1150	2160	1560	1760
ширина	»	1050	1210	1670	1670
длина	»	1100	1050	1370	1700
Общая масса не более	кг	1300	4200	5100	8000
Конструктивные особенности	—	удар вниз	удар вверх	удар вниз	удар вниз
Тип электродвигателя	—	АОВВ2-51-4	АОПВВ-2-81-6	АВ-82-8	АВ-91-10

Плавучие копры

Наименование характеристики	Единица измерения	Наименование копра				
		ПМК	КСПК	Ниленс	Юбигау	СССМ-680
Максимальный вылет стрелы от торца понтона	м	—	—	6,5	6,5	9,0
Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы	тс	—	—	10	12	13
Максимальная грузоподъемность крана	»	—	—	30	30	25
Вылет стрелы при максимальной грузоподъемности	м	—	—	3,25	3,25	4,4
Полезная высота (до молота)	»	17,5	25	25,4	25,8	24
Максимальный наклон:						
вдоль понтона	—	—	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1
поперек понтона	—	3 : 1	—	—	10 : 1	—
Максимальный вес забиваемой сваи	тс	12	10	12	12	13
Вес молота полный/ударной части	»	7,5/6	7,5/6	9,3/8	8/6,1	7,5/6
Размеры понтона:						
длина	м	23,8	20,5	25	28,5	27,8
ширина	»	14,9	14,7	10	13,4	12,3
высота борта	»	2,5	2,7	2,5	2,55	—
Осадка	»	1,15	1,42	1,5	1,5	1,3

Плавучие краны

Основные показатели	Единица измерения	Тип крана							
		«Блейхерт» (1)	«Астрахань» (1)	«Драво» (1)	«Драво» (1)	ПРК-100 (2)	«Ганс» (1)	«Черноморец» (1)	«Богатырь» (1)
Стрна-изготовитель . . .		ГДР	СССР	США	США	СССР	ВНР	СССР	СССР
Максимальная грузоподъемность	тс	50/10	60/15	60/15	90/20	100/30	100/25	100/25	300/100
Вылет стрелы от оси вращения при максимальной грузоподъемности .	м	28,5/40	19,0/41,8	22,5/32	24/38	23,4/25,4	19,7/34,7	20/30	27,2/48,2
Высота крюка при указанном выше вылете . . .	»	38/31	38,4/10,4	24/20	29,6/24	30/33	27/29	28,5/32	43/36
Вылет стрелы от оси вращения:									
максимальный	»	35,2/40	25,3/41,8	30,4/32	32/28	32,9/34,9	33,2/34,7	26/30	38,2/48,2
минимальный	»	14/16,7	14/15,5	13,1/14,5	17/20	15,9/17,9	9,4/10,7	14/16,5	16,2/19,5
Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы	тс	40/10	50/15	15,6/15	45/20	55/15	35/25	60/25	150/100
Высота крюка:									
при максимальном вылете	м	30/31	35/10,4	18/20	20/24	24/26,5	28/29	28,5/33	46/60
при минимальном вылете	»	41,5/45	39,0/39,8	27/29	31,5/—	32/35	26,8/27	32/36	28,4/36
Расстояние от оси вращения до транца корпуса .	»	10	8,6	11,4	12,9	12,9	9,5	10	12,6
Размер корпуса судна:									
длина	»	40	46,5	36,6	43	28,8	40	40,5	54,5
ширина	»	20	17,7	18,3	21,5	21,6	19	20,0	25,2

Осадка:									
максимальная	»	3,3	2,7	2,0	2,3	1,55	2,5	2,2	2,8
минимальная	»	2,1	2,5	1,84	1,7	0,85	1,3	1,4	2,04
Вес груза, принимаемого на палубу	тс	—	200	200	350	—	200	300	900
Скорость собственного хода	узлы	4—7	4—5	несамоходные			4	6	6

Примечания. 1. (1)—полноповоротный универсальный кран.
2. (2)—сборно-разборный кран.
3. Данные, приведенные в числителе,—для основного крюка, а в знаменателе—для вспомогательного крюка.

Наголовники для трубчатых дизель-молотов

Основные размеры (мм) и масса (кг) сварных наголовников для трубчатых дизель-молотов (см. рисунок).

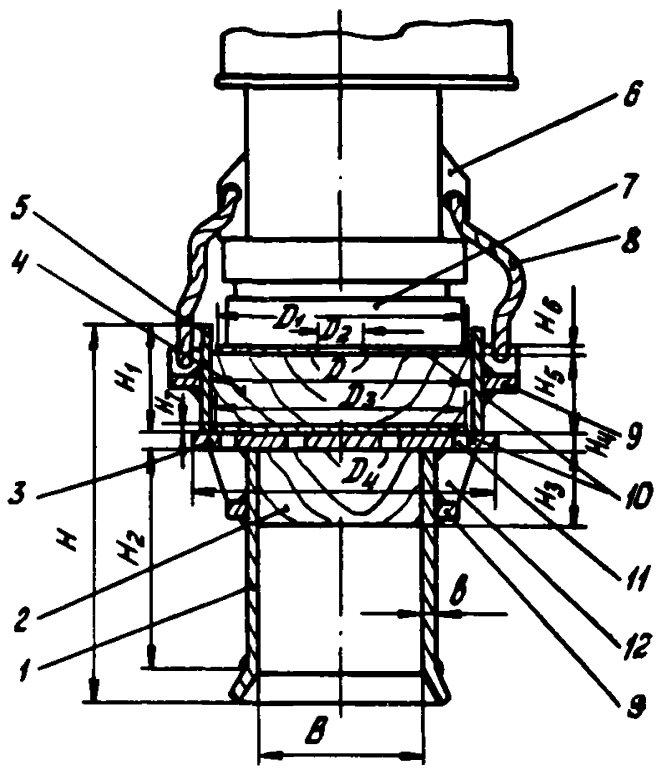


Схема сварного Н-образного наголовника для трубчатых дизель-молотов:

1—корпус нижней выемки с раструбом; *2*—амортизатор нижний; *3*—диафрагма; *4*—амортизатор верхний; *5*—корпус верхней выемки; *6*—проушина; *7*—шабот молота; *8*—трос; *9*—обручи; *10*—прокладки из стального листа; *11*—отверстия для удаления изношенного амортизатора; *12*—ребра

Основные размеры и масса	Марка трубчатого дизель-молота				
	С-858, С-995	С-859, С-996, С-996с	С-949, С-1047, С-1047с	С-954, С-1048, С-1048с	С-974, СП-54
	Масса ударной части, кг				
	1250	1800	2500	3500	5000
H	820	820	1020	1030	1170
H_1	220	220	275	275	325
H_2	500	500	600	600	700

Основные размеры и масса	Марка трубчатого дизель-молота				
	С-858, С-995	С-859, С-996, С-996с	С-949, С-1047, С-1047с	С-954, С-1048, С-1048с	С-974, СП-54
	Масса ударной части, кг				
	1250	1800	2500	3500	5000
H_3	по расчету				
H_4	40	40	60	60	60
H_5	150	150	200	200	250
H_6	20	20	20	20	20
H_7	4	4	4	4	4
Д	510	560	650	760	860
$Д_1$	500	550	630	740	840
$Д_2$	80	80	100	100	100
$Д_3$	490	535	725	625	810
$Д_4$	565	620	680	730	940
В	370	370	420	420	475
в	12	16	20	20	20
Масса	250	330	600	770	970
Сечение сваи	350×350	350×350	400×400	400×400	450×450

Примечание. Толщина амортизатора определяется расчетом (см. п. 3.26.).

Наименование параметров	Единица измерения	Марка			
		ЭН-06	АСН-40	АСН-60	АК-60
Тип свайного элемента	—	Ж.-б. центрифугированные сваи Ø 0,4 и 0,6 м	Ж.-б. центрифугированные сваи Ø 0,4 и призматические сваи сечением 30×30 см и 40×40 см	Ж.-б. центрифугированные сваи Ø 0,6 и призматические сваи сечением 45×45 см	Ж.-б. центрифугированные сваи Ø 0,6 и призматические сваи сечением 35×35 см и 40×40 см
Тип вибропогружателя или вибромолота	—	Вибропогружатели ВП-3	Вибропогружатели ВП-1, ВП-3М	Вибропогружатели ВП-1, ВП-3М	Вибропогружатели ВП-1, ВП-3М
Зажимное устройство	—	Односторонее клиновое	Шарнирно-пружинное	Шарнирно-пружинное	Пружинно-клиновое
Привод зажимного устройства	—	Электромеханический	Пружинный	Пружинный	Пружинный
Масса	кг	1981	1244	1620	1240
Габариты:					
высота	мм	1601	1090	1090	885
длина или диаметр	»	1385	1170	1480	1480
ширина	»	1080	1170	1480	1480

погружателей и вибромолотов

наголовника

АК-160	Н-301	НК-1	НГ-1	НГ-2
Ж.-б. сваи-оболочки ∅ 1,6 м с толщиной стенки 12—15 см	Ж.-б. сваи-оболочки ∅ 3 м с толщиной стенки 12 см	Шпунт стальной Ларсен 3, 4, 5; сваи стальные из I № 45, № 55 с отверстием	Шпунт стальной Ларсен 3, 4, 5; сваи стальные из I № 45, № 55 без отверстий	Шпунт стальной любого профиля без отверстия
Вибропогружатели ВП-160, ВП-170	Вибропогружатели ВУ-3; спаренные ВП-160 или ВП-170	Вибропогружатель ВПП-2А и вибромолоты	Вибромолот ВМС-1	Вибромолот МШ-2
Двустороннее пружинно-клиновое	Двустороннее клиновое	Подпружинный клин в отверстие	Плунжерное	Плунжерное
Пружинный	Гидравлический	Ручной	Гидравлический	Гидравлический
8000	15000	400	700	615
1500	2461	1270	862	1110
2200	3806	500	1020	1020
—	—	400	760	1325

Сечения и марки кабеля для подключения вибропогружателей

Серия электродвигателя	Мощность, кВт	Марка кабеля	Сечение кабеля, мм²
МТВ-612-10	60	ШРПС	50—70
ВМТ-6 (вибростойкий)	60	»	50—70
МТВ-711-10	100	»	70—95
ВМТ-7 (вибростойкий)	100	»	70—95
АК-101-8М	75	»	70
АК-103-10	100	»	70—95
АК-112-8	160	ШРПТ	95—120
АК-113-6	240	»	185—240

Приложение 4

ИНСТРУКЦИЯ
по испытанию свай и свай-оболочек

Общие положения

1. Инструкция распространяется на работы по испытанию свай и свай-оболочек на статическую осевую вдавливающую и динамическую нагрузки.

Примечания. 1. Испытания свай и свай-оболочек на статическую осевую выдергивающую и статическую горизонтальную нагрузки следует производить в соответствии с указаниями ГОСТ 5686—69 «Сваи и сваи-оболочки. Методы полевых испытаний». Схема испытания, величина ступеней нагрузки и величина максимальной нагрузки на сваю или сваю-оболочку при испытании назначаются проектом или программой испытаний.

2. В дальнейшем в Инструкции употребляется термин свая, относящийся также к сваям-оболочкам, а термин осадка равно относится и к движению свай, работающих на растяжение.

2. Величина нагрузки на сваю, полученная расчетом при проектировании, не должна превышать расчетной несущей способности сваи по грунту, определяемой по п. 4 настоящей Инструкции.

3. Испытуемые сваи должны быть:

а) такими же, как в проекте как по материалу, так и по размерам поперечного сечения и длине;

б) погружены в местах сооружения свайных фундаментов в котлованах или шурфах, вырытых, по возможности, до их проектной отметки;

в) погружены механизмами, предназначенными для свайных работ на данном сооружении;

г) погружены, по возможности, до проектной глубины и до отказа, рассчитанного по формулам, соответствующим примененному способу погружения свай.

Статические испытания свай

4. Расчетную несущую способность сваи по грунту определяют путем умножения предельной нормативной нагрузки, получаемой при испытании свай (п. 5), на коэффициент 0,8.

Вес испытываемой сваи приплюсовывают к величине предельной нормативной нагрузки, установленной испытанием.

5. За предельную нормативную нагрузку (нормативную несущую способность по грунту) свай принимают нагрузку на одну ступень менее нагрузки, вызывающей критическое напряженное состояние грунта вокруг сваи и называемой критической (см. рисунок).

6. Критическое напряженное состояние грунта вокруг сваи при нагрузке, прикладываемой ступенями, равными 1/10—1/15 предполагаемой предельной нагрузки, и при общей осадке сваи более 40 мм считают наступившим тогда, когда:

а) величина осадки за ступень в 5 и более раз превышает величину осадки за предшествующую ступень нагрузки;

б) осадка не затухает в течение 24 ч в глинистых грунтах и 12 ч в песчаных грунтах.

Осадка при данной ступени нагрузки считается затухающей, если она составила не более 0,1 мм: при опирании на песчаные грунты—за последние 30 мин, а при опирании на глинистые грунты—за последний час.

После затухания осадки на данной ступени нагрузки можно переходить на ее следующую ступень.

7. Если при статических испытаниях критическое напряженное состояние грунта не может быть определено по указанию п. 6 ввиду отсутствия переломов на графиках нагрузка-осадка, например, для свай, свай с уширенными пятами и свай-оболочек, опирающихся на прочные грунты (плотные песчаные, крупнообломочные, глинистые полутвердой и

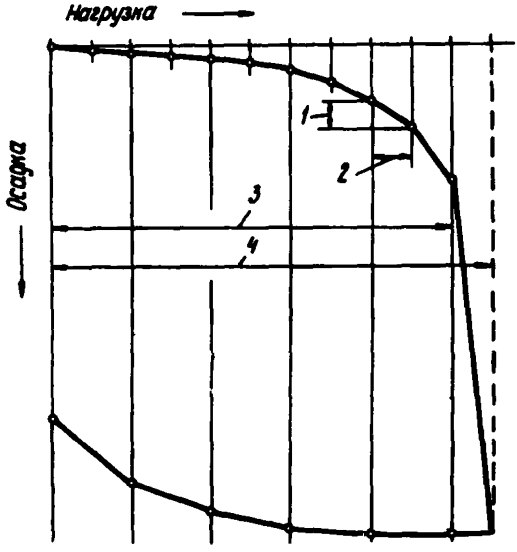


График зависимости осадки сваи от нагрузки:

1—осадка за ступень нагрузки; *2*—ступень нагрузки; *3*—предельная достигнутая нагрузка; *4*—критическая нагрузка

твердой консистенции и др.), то в таких случаях испытательную нагрузку доводят до величины не менее $1{,}25P_п$ (где $P_п$—нагрузка на сваю, сваю-оболочку, установленная проектом).

Если при максимальной нагрузке, равной или большей $1{,}25P_п$, осадка сваи или сваи-оболочки окажется менее допустимой, то в этом случае за предельную нагрузку принимается достигнутая при испытании максимальная нагрузка.

В случае, если при испытании допустимая величина осадки будет превзойдена, то за предельную нормативную нагрузку принимается нагрузка, соответствующая допустимой осадке.

8. При использовании материалов статических испытаний свай для расчета осадок сооружения за расчетную осадку разрешается принимать осадку сваи от нагрузки, которая превышает не менее чем на 1/5 усилие,

полученное расчетом при проектировании. В случае, когда осадка сваи, установленная по указанию настоящего пункта, не может быть допущена для возводимого сооружения, необходимо увеличивать глубину погружения сваи или изменять ее конструкцию, технологию погружения сваи, или увеличивать число свай в фундаменте.

9. После каждой ступени погружения сваи делаются отсчеты по всем приборам. Интервалы между отсчетами назначаются от 5 до 20 мин, в зависимости от рода грунта под нижним концом сваи и от размера ступени нагрузки. При песчаных грунтах, где, как правило, наступает быстрая стабилизация осадок, интервалы между отсчетами могут быть сокращены до минимума, а при глинистых грунтах и при нагрузках, близких к предельным, их следует увеличивать до 15—20 мин. Число интервалов между отсчетами на каждой ступени нагрузки должно быть не менее трех.

10. Разгрузка производится ступенями, равными двойным ступеням нагрузки. Если последняя ступень загрузки была нечетной, то первая ступень разгрузки может приниматься равной трем последним ступеням.

11. Результаты испытания свай фиксируются в журнале, в котором отражаются все данные, необходимые для анализа результатов испытания.

12. По журналу испытания составляют график зависимости осадки от нагрузки (см. рисунок).

13. О результатах испытаний свай составляют акт, к которому прилагают:

1) план места забивки испытуемых свай;

2) геологический разрез в месте испытания с указанием для свай глубины погружения;

3) журнал погружения свай;

4) журнал испытания;

5) графики результатов испытания.

В акте указывают размеры свай и характеристику оборудования, применявшегося при погружении свай.

14. Если результаты испытания свай покажут недостаточную несущую способность, глубина погружения их должна быть увеличена настолько, чтобы в результате повторного испытания была получена требуемая несущая способность, или число свай должно быть увеличено настолько, чтобы расчетная нагрузка на них соответствовала результатам проведенных испытаний, при одновременном соблюдении условий п. 2 настоящего приложения.

ЖУРНАЛ СТАТИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СВАИ

Наименование объекта или сооружения _____

Координаты сваи _____

Характеристика сваи (размеры, материал и т. д.). _____

_____

Отметка грунта:

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отметка головы сваи:

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отметка нижнего конца сваи (без учета острия):

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отклонение оси сваи от вертикали (тангенс угла наклона) _____

_____

Состояние головы сваи _____

_____

Технология погружения сваи (оборудование, порядок производства работ, отказ и т. д.). _____

_____

Характеристика домкратов (марка, грузоподъемность, количество, суммарная площадь поршней) _____

_____

Характеристика приборов измерения давления _____

_____

Характеристика приборов измерения осадок _____

_____

Краткое описание испытательной установки (со схемой) _____

_____

_____

_____

_____

_____

Дата окончания погружения сваи _____

Дата начала испытания _____

Дата конца испытания _____

Полевые записи

Величина нагрузки*, тс	Избыточное давление рабочей жидкости в домкрате, кгс/см²	Интервал времени между отсчетами показаний приборов (Δt), мин	Показания измерительных приборов на											Примечание
			испытываемой свае					анкерных сваях						
			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	среднее	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	

Камеральная обработка материалов**

Величина нагрузки, тс	Интервал времени между отсчетами показаний приборов (Δt), мин	Время выдержки за ступень нагрузки ($\Sigma\Delta t$), мин	Осадка ΔS головы сваи за период Δt, мм	Суммарная осадка за ступень нагрузки ($\Sigma\Delta S$), мм	Осадка головы сваи с начала испытания (S), мм	Скорость движения сваи $V=\frac{\Delta S}{\Delta t}$	
						мм/мин	мм/час

* Размер принятой ступени нагрузки уточняется в зависимости от градуирования циферблата применяемого манометра.

** Составляется по материалам полевых наблюдений.

Подпись руководителя испытаний

15. К статическим испытаниям свай, погруженных в песчаные грунты, следует приступать не ранее чем через 3 суток после их погружения, а для свай, погруженных в глинистые грунты,—не ранее 6 суток.

К испытаниям камуфлетных свай и свай, бетонируемых на месте, следует приступать не ранее приобретения бетоном проектной прочности.

Загрузка испытуемой сваи производится с помощью одного или нескольких гидравлических домкратов через систему упорных балок. Реактивные усилия могут быть восприняты анкерными сваями, анкерами, заделанными в бетон ростверка, выше расположенным сооружением и т. п.

Анкерные балки крепятся к продольной стержневой арматуре железобетонных свай. Арматура должна быть предварительно освобождена от бетона.

16. Количество анкерных свай назначается в зависимости от максимальной нагрузки, ожидаемой при испытании, величины предельного сопротивления анкерных свай выдергиванию (по грунту) и прочности их материала на растяжение.

Для нормального хода испытаний число анкерных свай должно быть, как правило, не менее 4; при слабых грунтах и при малых глубинах погружения минимальное количество анкерных свай рекомендуется увеличивать до 6.

17. Расстояние между осями анкерных и испытываемых свай должно быть не менее $6d$, где d—большая сторона или диаметр поперечного сечения сваи.

В отдельных случаях, когда проектом предусмотрена забивка свай с меньшим шагом, допускается, при соответствующем обосновании и с согласия организации, утвердившей программу испытаний, сократить указанное расстояние, о чем должна быть сделана запись в журнале испытаний.

Примечание. При испытании свай-оболочек, стальных и набивных свай большого диаметра (более 800 мм), свай с уширенной пятой расстояние между испытываемой и анкерными сваями в свету должно быть не менее $2d$, где d—диаметр сваи-оболочки, стальной и забивной сваи, уширенной пяты.

18. Реперная система должна быть неподвижна. Крепление реперной системы рекомендуется производить к шпунту или к сваям. Опоры реперной системы располагаются на расстоянии от испытуемой и анкерных свай согласно табл. 1.

Таблица 1

Число анкерных свай	Минимальное расстояние в м от оси реперной сваи до оси	
	крайней анкерной	испытуемой
6 и более	$3d$	$6d$
4	$4d$	$6d$

При креплении реперной системы к шпунту минимальное расстояние от испытуемой и анкерной свай до шпунта не ограничивается.

19. Использование реперных систем, опускаемых на дно водоема, разрешается только в крайних случаях, когда другие виды реперов отсутствуют и их создание является экономически нецелесообразным и длительным.

20. Испытание ведется в зависимости от характера сил, действующих на сооружение, и его собственного веса по ступенчатовозрастающей или особым схемам приложения нагрузок, указанным в программе испытаний.

Нагрузка на испытываемую сваю должна передаваться равномерно, центрально, без ударов, ступенями не более 1/10 от предполагаемой нагрузки на сваю.

При заглублении нижнего конца сваи в крупнообломочные грунты и гравелистые пески допускается при испытании первые три ступени нагрузки принимать равными 1/5—1/8 от предполагаемой нагрузки на сваю.

21. Если ко времени испытания погружены не все сваи, то на основе испытаний погруженных свай могут быть внесены изменения в конструкцию свайного фундамента (глубина забивки свай). При этом нагружение, как правило, должно быть доведено до критической нагрузки или до достижения осадок, значительно превышающих предельно допустимые для сооружения, или до разрушения материала сваи.

Если забиты все сваи, а статические испытания преследуют только контрольную цель, нагружение испытуемой сваи можно ограничивать нагрузкой, равной проектной нагрузке на сваю, деленной на коэффициент 0,8.

22. Максимальный прогиб конструкции, служащей упором для домкрата при расположении свай в соответствии с п. 17, должен быть не более 1/250 ее расчетного пролета.

23. Измерение осадки сваи является одним из основных этапов всей работы по исследованию несущей способности сваи и должно быть произведено с возможно большей точностью.

Для измерения осадки могут быть применены любые приборы, дающие возможность измерять перемещения не менее 0,1 мм. Наиболее удобны для этих целей прогибомеры системы Н. Н. Максимова. Осадку рекомендуется измерять двумя-четырьмя приборами, установленными с противоположных сторон свай. За осадку принимается среднее из показаний приборов.

Для учета подъема анкерных свай на каждую из них может быть поставлено по одному прибору.

В целях уменьшения влияния колебаний температуры, трения в прогибомере, давления ветра и т. п. на результаты измерения перемещений рекомендуется:

а) для струн прогибомеров применять стальную проволоку диаметром не более 0,5 мм;

б) длину струны от места ее крепления к испытываемой конструкции до прогибомера принимать до 1 м;

в) обращать особое внимание на качество крепления струны к испытываемой конструкции;

г) после монтажа всей измерительной системы и подвески рабочего груза массой около 2 кг обтянуть струну дополнительным усилием, примерно равным весу рабочего груза.

Струна должна огибать барабан прогибомера не менее одного оборота.

24. До установки на место измерительные приборы должны быть проверены. После испытания и снятия приборов они должны быть очищены от пыли и досуха вытерты.

Динамические испытания свай

25. Динамические испытания необходимо производить: для свай, находящихся в песчаных грунтах,—по истечении не менее 3 суток; для свай,

находящихся в глинистых грунтах,—по истечении 6 и более суток с момента окончания их забивки.

В случае получения отказа, не обеспечивающего расчетной несущей способности сваи, вторичное испытание следует производить по истечении соответственно 3 и 6 суток или руководствоваться указаниями п. 14.

26. При динамическом испытании свай, с целью определения несущей способности, в зависимости от типа молота необходимо выполнять операции, приведенные в табл. 2.

Примечание. Измерение осадки сваи для определения отказа выполняется с точностью до 1 мм и должно производиться:

а) при нормальном состоянии головы сваи (деревянные сваи—отсутствие размочаливания, железобетонные сваи—отсутствие разрушения бетона головы);

б) при старых, ранее обмятых, амортизаторах-прокладках в наголовнике (при постановке новых амортизаторов необходимо обмять их не менее чем 50 ударами на неиспытываемой свае);

в) при центральной передаче удара молота на сваю;

г) при высоте падения ударной части молота, принятой при определении расчетного отказа;

д) при числе ударов молота двойного действия, соответствующем полному паспортному давлению пара (воздуха) в цилиндре молота;

е) при жестком закреплении вибропогружателя на свае.

Таблица 2

Операции динамических испытаний	Тип молота	
	Подвесной, одиночного действия или дизель-молот	Двойного действия
При работе на паре предварительно прогреть молот	+	+
Произвести 4 четких удара молота при одной и той же высоте подъема и измерить величину погружения сваи от последних 3-х контрольных ударов	+	—
Испытания производить при давлении пара (воздуха), при котором забивалась свая	—	+
Быстро открыть пусковой вентиль для достижения рабочей частоты ударов молота	—	+
В течение 0,5 мин измерить величину погружения сваи	—	+
Определить величину фактического отказа сваи от одного удара как среднее из отказов от контрольных ударов	+	+
По величине полученного отказа найти расчетным путем несущую способность сваи, сопоставив полученное значение несущей способности с определенной проектом	+	+

Примечание. Фактический отказ при применении вибропогружателя равен величине погружения сваи от его работы в течение одной минуты.

27. Фактическую расчетную несущую способность $P_ф$ (в тс) свай по данным их динамических испытаний молотом или вибропогружателем определяют по формуле

$$P_ф = \frac{M \cdot n \cdot F}{2 \cdot к}\left[\sqrt{1 + \frac{4\,Э_р}{n \cdot F \cdot e_ф} \cdot \frac{Q_п + \varepsilon^2 \cdot q}{Q_п + q}} - 1\right],$$

где $e_ф$—фактический отказ сваи при динамических испытаниях, определяемый согласно указаниям предыдущего пункта.

Остальные принятые в формуле обозначения даются в п. 3.9 настоящих «Указаний».

Примечание. Формулой рекомендуется пользоваться при отказах не менее 0,2 см.

28. Результаты динамических испытаний фиксируются в журнале.

ЖУРНАЛ ДИНАМИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СВАЙ

Наименование объекта или сооружения _____

Координаты сваи _____

Характеристика сваи (размеры, материал и т. п.) _____

_____

Гидрогеологическая колонка _____

_____

1. Данные по погружению

Отметка грунта:

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отметка головы сваи:

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отметка нижнего конца сваи (без учета острия):

а) проектная _____

б) фактическая _____

Отклонение оси сваи от вертикали (тангенс угла наклона)

_____

Данные о повреждениях сваи, полученных в процессе забивки

_____

_____

Характеристика молота (тип, общая масса, масса ударной части, энергия удара, характеристика наголовника и амортизаторов в нем) ———————

Особенности технологии погружения (подмыв, лидерная скважина и т. д.)

Данные по количеству ударов, средней высоте падения молота и среднему отказу сваи на каждый метр (на последнем метре—на каждые 10 см) погружения

Глубина погружения	0—1	1—2	2—3	3—4				Последний метр									
								0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
Количество ударов																	
Средняя высота падения молота, см																	
Средний отказ сваи (вычисляется), см																	

Общее количество ударов по свае ———————

Средний отказ сваи в последнем (десятиударном) залоге ——— см.

Средняя высота падения молота в последнем залоге ——— см.

Дата погружения сваи ———————

2. Данные по добивке сваи

Дата добивки сваи ———————

Характеристика молота и наголовника (если добивка производилась с применением другого молота и наголовника) ———————

Состояние амортизаторов в наголовнике ———————

Номера ударов	1	2	3	4	Примечание
Высота падения молота					
Отказ сваи					

Средняя высота падения 2, 3, 4 ударов _____

Средний отказ от 2, 3, 4 ударов _____

Подпись руководителя испытаний

29. По журналу испытания каждой сваи составляют график зависимости количества ударов от глубины погружения и график изменения отказов сваи по глубине забивки.

30. По результатам испытаний составляется акт, к которому прилагается:

1) план места забивки испытуемых свай;

2) геологический разрез в месте испытания с указанием для свай глубины погружения;

3) журналы испытаний;

4) графики результатов испытаний;

5) расчеты несущей способности свай.

Определение динамических напряжений в железобетонных сваях при забивке

Величины максимальных динамических сжимающих и растягивающих напряжений в железобетонных призматических сваях сплошного сечения при забивке трубчатыми дизель-молотами и паровоздушными молотами одиночного действия в песчаные и глинистые грунты определяются по формуле

$$\sigma_{c(p)} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sigma^0, \qquad (1)$$

где $\sigma_{c(p)}$—максимальные сжимающие или растягивающие напряжения в свае, кгс/см²;

K_1—коэффициент безопасности; принимается: для сжимающих напряжений—1,1; для растягивающих напряжений—1,3;

K_2—коэффициент, зависящий от высоты падения ударной части молота H;

K_3—коэффициент, зависящий от жесткости амортизатора $K_ж$ в нижней выемке наголовника;

K_4—коэффициент, зависящий от длины сваи L и расчетного сопротивления грунта под ее концом R, определяемого в соответствии с указаниями СНиП II-17-77 «Свайные фундаменты. Нормы проектирования»;

Значения безразмерных коэффициентов K_2, K_3, K_4 принимаются соответственно: для трубчатых дизель-молотов—по табл. 2, 3, 4; для паровоздушных молотов одиночного действия—по табл. 7, 8, 9;

K_5—безразмерный коэффициент, зависящий от марки бетона свай, принимается по табл. 5;

σ^0—сжимающие или растягивающие напряжения, зависящие от величины отношения веса ударной части молота к площади поперечного сечения сваи $\frac{Q}{F}$, кгс/см²; принимается: для трубчатых дизель-молотов—по табл. 1, для паровоздушных молотов—по табл. 6.

Примечания. 1. Формула (1) применима при условии соблюдения требований на изготовление свай и производство сваезабивочных работ, указанных в пп. 2.20, 3.13.÷3.26 основного текста данных «Технических указаний».

2. В табл. 1÷9 значения коэффициентов указаны дробью: числитель относится к сжатию, а знаменатель—к растяжению.

3. Для промежуточных значений параметров в табл. 1÷9 значения коэффициентов K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 и σ^0 определяют интерполяцией.

4. Механические потери энергии молота приняты равными: 15%—для трубчатых дизель-молотов и 10%—для паровоздушных молотов одиночного действия. При вышеуказанных значениях потерь энергии в молотах расчетная высота падения ударной части молота, указанная в табл. 2 и 7, близка к фактической высоте падения. При других значениях потерь энергии расчетная высота падения ударной части молота определяется по формуле

$$H = H' \cdot \frac{m'}{m}, \qquad (2)$$

где H и H'—расчетная и фактическая высоты падения ударной части молота, см;

m'—коэффициент фактических потерь энергии в молоте, который практически колеблется в пределах: для трубчатых дизель-молотов—0,8÷0,9, для паровоздушных молотов—0,6÷0,9;

m—коэффициент расчетных потерь энергии в молоте, принимается: для трубчатых дизель-молотов—0,85, для паровоздушных молотов—0,90.

5. Жесткость амортизатора $К_ж$ определяется по формуле

$$К_ж = \frac{E_а}{к_у \cdot l_а}, \qquad (3)$$

где $E_а$—модуль упругости амортизационного материала, кгс/см². Принимается по табл. 10 в зависимости от предварительно задаваемых максимальных сжимающих напряжений σ в свае. Если значение $\sigma_с$, найденное по формуле (1), отличается от предварительно принятого значения σ более чем на 10%, необходимо принять $\sigma = \sigma_с$ и повторить расчет;

$к_у$—коэффициент уплотнения амортизационного материала; определяется по табл. 10;

$l_а$—начальная толщина амортизатора в наголовнике до уплотнения, см.

Жесткость амортизатора, состоящего из нескольких разнородных слоев материала, определяется с помощью формулы

$$\frac{1}{К_ж} = \frac{1}{К_{ж1}} + \frac{1}{К_{ж2}} + \cdots + \frac{1}{К_{жn}}, \qquad (4)$$

где $К_ж$—суммарная жесткость всего амортизатора;

$К_{ж1,2...,n}$—жесткость каждого отдельного слоя, определяемая по формуле (3).

6. В необходимых случаях формулу (1) можно использовать для решения обратных задач, т. е. определения безопасных режимов забивки (назначения веса молота, высоты падения или характеристик амортизатора) по заданным величинам максимальных сжимающих и растягивающих напряжений в свае (см. примеры).

Таблица 1

Напряжение σ^0 для трубчатых дизель-молотов

$\frac{Q}{F}$, кгс/см²	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
σ^0, кгс/см²	131 / 73	148 / 65	161 / 58	170 / 51	178 / 45	186 / 39	193 / 33	199 / 28	205 / 23	210 / 19	215 / 16	220 / 13

Таблица 2

Коэффициент K_2 для трубчатых дизель-молотов

Расчетная высота падения ударной части молота H, см	150	175	200	225	250	275	300
K_2	0,58 / 0,35	0,76 / 0,45	0,84 / 0,55	0,92 / 0,75	1,00 / 1,00	1,08 / 1,25	1,16 / 1,55

Таблица 3

Коэффициент K_3 для трубчатых дизель-молотов

Жесткость амортизатора $K_ж$, кгс/см³	50	100	150	200	300	400	500
K_3	0,58 / 0,20	0,78 / 0,40	0,87 / 0,60	0,94 / 0,80	1,05 / 1,16	1,14 / 1,36	1,22 / 1,50

Продолжение табл. 3

Жесткость амортизатора $K_ж$, кгс/см³	600	700	800	900	1000	1100	1200
K_3	1,29 / 1,60	1,35 / 1,67	1,41 / 1,72	1,47 / 1,76	1,52 / 1,80	1,57 / 1,83	1,62 / 1,86

Таблица 4

Коэффициент K_4 для трубчатых дизель-молотов

Длина сваи L, м	Коэффициент K_4 при расчетном сопротивлении грунта под нижним концом сваи R, тс/см²							
	1100	800	600	400	250	150	100	50
25	1,03 / 0,44	1,03 / 0,66	1,02 / 0,88	1,02 / 1,10	1,01 / 1,37	1,01 / 1,65	1,00 / 1,93	1,00 / 2,50
20	1,02 / 0,40	1,01 / 0,60	1,01 / 0,80	1,00 / 1,00	1,00 / 1,25	0,99 / 1,50	0,98 / 1,75	0,98 / 2,25
16	1,01 / 0,35	1,00 / 0,53	1,00 / 0,70	0,99 / 0,88	0,98 / 1,10	0,97 / 1,32	0,96 / 1,54	0,95 / 2,00
12	0,99 / 0,30	0,99 / 0,44	0,98 / 0,59	0,97 / 0,74	0,96 / 0,93	0,94 / 1,11	0,92 / 1,29	0,91 / 1,70
8	0,98 / 0,20	0,87 / 0,30	0,96 / 0,40	0,95 / 0,50	0,93 / 0,63	0,92 / 0,75	0,88 / 0,88	0,86 / 1,30

Таблица 5

Коэффициент K_5 для трубчатых дизель-молотов и паровоздушных молотов одиночного действия

Марка бетона	200	300	400	500
K_5	0,90 / 0,90	0,95 / 0,94	1,00 / 1,00	1,05 / 1,10

Таблица 6

Напряжение σ^0 для паровоздушных молотов

Q/F, кгс/см²	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
σ^0, кгс/см²	140 / 82	155 / 64	165 / 48	177 / 36	185 / 28	196 / 22	203 / 18	209 / 15

Таблица 7

Коэффициент K_2 для паровоздушных молотов

Расчетная высота падения ударной части молота H, см	20	40	60	80	100	120
K_2	0,50 / 0,47	0,71 / 0,67	0,87 / 0,84	1,00 / 1,00	1,12 / 1,14	1,23 / 1,27

Таблица 8

Коэффициент K_3 для паровоздушных молотов

Жесткость амортизатора $K_ж$, кгс/см³	50	100	150	200	300	400	500
K_3	0,65 / 0,20	0,78 / 0,40	0,87 / 0,60	0,94 / 0,80	1,05 / 1,21	1,14 / 1,48	1,23 / 1,65

Продолжение табл. 8

Жесткость амортизатора $K_ж$, кгс/см³	600	700	800	900	1000	1100	1200
K_3	1,32 / 1,76	1,40 / 1,84	1,48 / 1,90	1,56 / 1,95	1,64 / 2,00	1,72 / 2,04	1,79 / 2,08

Таблица 9

Коэффициент K_4 для паровоздушных молотов

Длина сваи L, м	Коэффициент K_4 при расчетном сопротивлении грунта под нижним концом сваи R, тс/см²							
	1100	800	600	400	250	150	100	50
25	1,04 / 0,52	1,03 / 0,78	1,03 / 1,04	1,02 / 1,30	1,02 / 1,56	1,01 / 1,82	1,01 / 2,03	1,01 / 2,40
20	1,03 / 0,47	1,02 / 0,70	1,02 / 0,94	1,01 / 1,17	1,01 / 1,41	1,01 / 1,64	1,00 / 1,87	1,00 / 2,20
16	1,02 / 0,40	1,02 / 0,60	1,01 / 0,80	1,00 / 1,00	1,00 / 1,20	1,00 / 1,40	0,99 / 1,60	0,99 / 1,90
12	1,00 / 0,30	0,99 / 0,44	0,98 / 0,59	0,97 / 0,74	0,97 / 0,89	0,97 / 1,03	0,96 / 1,18	0,96 / 1,50
8	0,96 / 0,16	0,95 / 0,24	0,94 / 0,32	0,93 / 0,40	0,93 / 0,48	0,93 / 0,56	0,92 / 0,64	0,92 / 0,90

Таблица 10

Наименование амортизационного материала	Коэффициент уплотнения k_y	Модуль упругости E_a (кгс/см²) при уровне максимальных сжимающих напряжений σ (кгс/см²), равном				
		50	100	150	200	250
Сосна с любым расположением волокон относительно направления сжатия . . .	0,40	900	1700	2500	3200	4000
Дуб с волокнами перпендикулярно направлению сжатия	0,60	2600	3400	4100	4600	5100
Фанера березовая	0,70	2800	3800	4100	4600	5100
Войлок технический грубошерстный (ГОСТ 6418—67*)	0,35	800	2000	3000	3800	4300
Пеньковый бельный канат (ГОСТ 483—75*)	0,45	2100	3700	5100	6400	7600
Асбест шнуровой (ГОСТ 1779—72)	0,30	1600	2700	3800	5000	5800
Техническая теплостойкая резина (пластина) (ГОСТ 7338—77) с пустотностью в %:						
10	1,0	1100	2300	3200	3700	4200
15	1,0	800	1800	2600	3200	3800
20	1,0	600	1500	2300	2900	3500

Примечание. Для промежуточных значений напряжений σ и пустотности (для резины) величина E_a определяется интерполяцией.

Пример 1.

Железобетонная свая с поперечным сечением 40×40 см, длиной 16 м забивается молотом УР1-3500 в тугопластичные глинистые грунты (I_L = =0,4) на глубину 15 м. Амортизатор в нижней выемке наголовника выполнен из сосновых досок с волокнами поперек направления удара. Общая толщина амортизатора до уплотнения составляет 20 см.

Определить максимальные сжимающие и растягивающие напряжения в свае в конце погружения при высоте падения ударной части молота, равной 220 см. Вес ударной части молота равен 3500 кгс, общий вес молота—7200 кгс, вес наголовника—500 кгс, вес сваи—6400 кгс. Механические потери энергии в молоте составляют 15%.

1. Определяем необходимые для расчета величины

а) $$\frac{Q}{F} = \frac{3500}{40 \cdot 40} = 2{,}2 \text{ кгс/см}^2.$$

б) В начале забивки сваи сопротивление грунта под острием равно суммарному весу молота, наголовника и сваи, деленному на площадь поперечного сечения сваи

$$R_0 = \frac{7{,}2 + 0{,}5 + 6{,}4}{0{,}4 \cdot 0{,}4} = 90 \text{ тс/м}^2.$$

в) В конце забивки сопротивление грунта под острием сваи согласно табл. 1 СНиП II-17-77 равно R_{15}=280 тс/м^2.

2. Максимальные сжимающие напряжения в свае в конце погружения

а) Определяем при $\frac{Q}{F}$=2,2 кгс/см^2 по табл. 1 напряжение σ^0= =199 кгс/см^2.

б) Определяем при H=220 см по табл. 2 коэффициент K_2=0,90.

в) Определяем по формуле (3) жесткость амортизатора наголовника, предполагая, что максимальные сжимающие напряжения в свае в конце забивки σ=200 кгс/см^2. Предварительно по табл. 10 находим E_a = =3200 кгс/см^2.

$$K_ж = \frac{3200}{0{,}40 \cdot 200} = 400 \text{ кгс/см}^3.$$

г) Определяем при $K_ж$=400 кгс/см^3 по табл. 3 коэффициент K_3= =1,14.

д) Определяем по табл. 4 при L=16 м и R_{15}=280 тс/м^2 коэффициент K_4=1,00 и по табл. 5 для марки бетона 400 K_5=1,00.

е) Определяем предварительную величину сжимающих напряжений в свае по формуле (1)

$$\sigma_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sigma^0 = 1{,}1 \cdot 0{,}90 \cdot 1{,}14 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 \cdot 199 = 222 \text{ кгс/см}^2.$$

ж) Для уточнения значения σ_c (см. примечания, п. 5) определяем новое значение $K_ж$ при $\sigma = \sigma_c$=222 кгс/см^2. Предварительно по табл. 10 уточняем E_a=3550 кгс/см^2.

$$K_ж = \frac{3550}{0{,}40 \cdot 20} = 445 \text{ кгс/см}^3.$$

з) Определяем по табл. 3 при $K_ж = 445$ кгс/см³ коэффициент $K_3 = 1{,}18$.

и) Определяем уточненную величину максимальных сжимающих напряжений в свае по формуле (1)

$$\sigma_c = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sigma^0 = 1{,}1 \cdot 0{,}90 \cdot 1{,}18 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 \cdot 199 = 232 \text{ кгс/см}^2.$$

3. Максимальные растягивающие напряжения в свае

а) Определяем при $\frac{Q}{F} = 2{,}2$ кгс/см² по табл. 1 напряжение $\sigma^0 = 28$ кгс/см².

б) Определяем при $H = 320$ см по табл. 2 коэффициент $K_2 = 0{,}71$.

в) Определяем при $K_ж = 445$ кгс/см³ по табл. 3 коэффициент $K_3 = 1{,}43$.

г) Определяем по табл. 4 при $L = 16$ м и $R_{15} = 280$ тс/м² коэффициент $K_4 = 0{,}98$.

д) Определяем по табл. 5 коэффициент $K_5 = 1{,}00$.

е) По формуле (1) находим максимальные растягивающие напряжения в свае в конце забивки

$$\sigma_p = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \sigma^0 = 1{,}3 \cdot 0{,}71 \cdot 1{,}43 \cdot 0{,}98 \cdot 1{,}00 \cdot 28 = 36 \text{ кгс/см}^2.$$

Пример 2.

Железобетонная преднапряженная свая с поперечным сечением 45×45 см длиной 20 м забивается паровоздушным молотом одиночного действия с весом ударной части $Q = 7500$ кгс в тугопластичный суглинок ($I_L = 0{,}3$) на глубину 12 м. Свая изготовлена из бетона марки 400. Общий вес молота составляет 9000 кгс, вес наголовника 1000 кгс. Коэффициент фактических механических потерь энергии в молоте равняется $m' = 0{,}7$. Амортизатор в нижней выемке наголовника выполнен из сосновых досок с волокнами поперек направления удара общей толщиной до уплотнения 20 см, вес сваи 10000 кгс.

Определить режим работы молота (высоту падения ударной части молота), если максимальные растягивающие напряжения в свае не должны превышать $\sigma_p = 45$ кгс/см², а сжимающие напряжения $\sigma_c = 170$ кгс/см².

1. Определяем необходимые для расчета величины

а) $$\frac{Q}{F} = \frac{7500}{45 \times 45} = 3{,}70 \text{ кгс/см}^2.$$

б) Сопротивление грунта под острием сваи в начале забивки

$$R_0 = \frac{9 + 1 + 10}{0{,}45 \times 0{,}45} = 100 \text{ тс/м}^2$$

в) Сопротивление грунта под острием сваи в конце забивки согласно табл. 1 СНиП II-17-77 равно $R_{12} = 360$ тс/м².

2. Предельная высота падения молота в конце забивки по условию максимальных сжимающих напряжений в свае $\sigma_c = 170$ кгс/см²

а) Определяем по табл. 6, 9, 5, 10 значениея σ^0, K_4, K_5 и E :

$\sigma^0 = 189$ кгс/см²; $K_4 = 1{,}01$; $K_5 = 1{,}00$; $E_a = 2780$ кгс/см².

б) Определяем жесткость амортизатора $K_ж$ по формуле (3) и по табл. 8 находим коэффициент K_3

$$К_ж = \frac{2780}{0{,}40 \cdot 20} = 350 \text{ кгс/см}^3,$$

$$К_з = 1{,}09.$$

в) Определяем коэффициент $К_2$, используя формулу (1)

$$К_2 = \frac{\sigma_c}{К_1 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot \sigma_0} = \frac{170}{1{,}1 \cdot 1{,}09 \cdot 1{,}01 \cdot 1{,}00 \cdot 189} = 0{,}75.$$

г) По табл. 7 при $К_2 = 0{,}75$ находим по интерполяции величину расчетной предельной высоты падения молота $H = 45$ см.

3. Предельная высота падения молота в конце забивки по условию максимальных растягивающих напряжений в свае $\sigma_р = 45$ кгс/см²

а) Из предыдущего решения имеем $К_ж = 350$ кгс/см³.

б) Определяем по табл. 6, 8, 9, 5 значения σ°, $К_3$, $К_4$, $К_5$:

$$\sigma^\circ = 26 \text{ кгс/см}^2;\ К_3 = 1{,}34;\ К_4 = 1{,}21;\ К_5 = 1{,}00.$$

в) Определяем коэффициент $К_2$, используя формулу (1):

$$К_2 = \frac{\sigma_р}{К_1 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot \sigma_0} = \frac{45}{1{,}3 \cdot 1{,}34 \cdot 1{,}21 \cdot 1{,}00 \cdot 26} = 0{,}82.$$

г) По табл. 7 при $К_2 = 0{,}82$ находим по интерполяции расчетную предельную высоту падения молота $H = 58$ см.

Следовательно, предельная расчетная высота падения молота в конце забивки не должна превышать 45 см.

4. Предельная высота падения в начале забивки по условию максимальных растягивающих напряжений $\sigma_р = 45$ кгс/см²

а) Из предыдущего решения имеем

$$\sigma^\circ = 26;\ К_3 = 1{,}34;\ К_5 = 1{,}00.$$

б) Определяем по табл. 9 при $L = 20$ м и $R_0 = 100$ тс/м² коэффициент $К_4 = 1{,}87$.

в) Определяем коэффициент $К_2$, используя формулу (1)

$$К_2 = \frac{\sigma_р}{К_1 \cdot К_3 \cdot К_4 \cdot К_5 \cdot \sigma} = \frac{45}{1{,}3 \cdot 1{,}34 \cdot 1{,}87 \cdot 1{,}00 \cdot 26} = 0{,}53.$$

г) По табл. 7 при $К_2 = 0{,}53$ находим по интерполяции расчетную предельную высоту падения молота $H = 26$ см.

Так как при $H = 26$ см напряжение сжатия заведомо ниже 170 кгс/см², то, исходя из условия максимальных растягивающих напряжений, предельная расчетная высота падения ударной части молота в начале забивки не должна превышать 26 см.

Фактическая предельная высота падения ударной части молота определяется по формуле (2) и равняется:

а) для начальной стадии забивки

$$H' = H\frac{m}{m'} = 26\frac{0{,}90}{0{,}70} = 34 \text{ см};$$

б) для конечной стадии забивки

$$H' = H\frac{m}{m'} = 45\frac{0{,}90}{0{,}70} = 58 \text{ см}.$$

Определение несущей способности свай и свай-оболочек, погружаемых с помощью вибропогружателей

Оценку несущей способности свай и свай-оболочек диаметром до 2 м включительно, погружаемых с помощью вибропогружателей и не опирающихся на скальное или полускальное основание, можно производить (при скорости погружения $V=2\div20$ см/мин) по формуле

$$P=0{,}7\lambda\cdot\left(\frac{153\cdot N_{вп}}{A\cdot n_{в}}+Q_{в}\right), \qquad (1)$$

где P—расчетная несущая способность в тс сваи или сваи-оболочки, погружавшейся в последнем залоге со скоростью V см/мин;

$Q_{в}$—суммарный вес сваи-оболочки, наголовника и вибропогружателя, тс;

A—амплитуда колебаний, принимаемая равной половине полного размаха колебаний сваи или сваи-оболочки на последней минуте погружения, см;

$n_{в}$—число оборотов дебалансов вибровозбудителя, об/мин;

$N_{вп}$—величина мощности, расходуемой электродвигателем на колебания сваи или сваи-оболочки и ее погружение, кВт;

λ—коэффициент, зависящий от отношения статического сопротивления грунта к динамическому, определяемый для песчаных грунтов по табл. 1 в зависимости от вида и степени водонасыщения, а для глинистых—в зависимости от показателя консистенции I_L по табл. 2.

Таблица 1

Наименование грунтов	Коэффициент λ для песков		
	крупных	средней крупности	мелких
Песок:			
насыщенный водой	4,5	5,0	6,0
влажный	3,5	4,0	5,0

Таблица 2

Наименование грунтов	Коэффициент λ для глинистых грунтов при показателе консистенции		
	$I_L>0{,}75$	$0{,}5<I_L<0{,}75$	$0{,}25<I_L<0{,}5$
Супесь и пылеватый песок	4,5	3,5	3,0
Суглинок	4,0	3,0	2,5
Глина	3,0	2,2	2,0

Для определения по данной формуле фактически достигнутой несущей способности свай или свай-оболочек, погружаемых вибрированием, необходимо фиксировать ряд характеристик процесса в последнем залоге погружения сваи или сваи-оболочки.

Величину амплитуды колебаний A следует определять любым имеющимся типом вибрографа, например, ручным вибрографом ВР-1. При отсутствии вибрографа приближенное определение амплитуды можно производить путем быстрого прочерчивания горизонтальной линии на листке бумаги, приклееной или прижатой к боковой поверхности колеблющейся сваи или сваи-оболочки. Полученная на бумаге кривая колебаний затем используется для определения амплитуды следующим образом. Все соседние пики с одной стороны кривой соединяют отрезками прямых линий. То же повторяют для пик другой стороны. В результате получается ломаная полоса, ширина которой характеризует размахи колебаний, равные двойной амплитуде. Измеряя ширину полосы с точностью до 1 мм, находят наиболее широкий ее участок и, деля эту величину пополам, получают искомое значение амплитуды A.

Для определения мощности $N_{вп}$, расходуемой электродвигателем вибропогружателя на колебания и погружение сваи или сваи-оболочки, необходимо сначала определить полную потребляемую активную мощность $N_п$, используя прибор на пульте управления вибропогружателя. Наиболее просто мощность $N_п$ определяется непосредственно с помощью ваттметра. При отсутствии ваттметра мощность $N_п$ можно определять, используя измеренные амперметром, вольтметром и фазометром значения тока I, напряжения U и $\cos\varphi$ по формуле

$$N_п = \sqrt{3}\,\frac{I \cdot U}{1000} \cdot \cos\varphi, \qquad (2)$$

где $N_п$ —потребляемая мощность, кВт;

I—сила тока, А;

U—напряжение, В ;

$\cos\varphi$ определяют с помощью фазометра или принимают равным 0,6—0,8.

Третий возможный способ определения мощности основан на использовании показаний счетчика электроэнергии путем подстановки их в формулу

$$N_п = \frac{(П - П_0) \cdot 60}{t}, \qquad (3)$$

где $П_0$ —начальное показание счетчика, кВт-ч;

П—конечное показание счетчика, кВт-ч;

t—время установившейся работы вибропогружателя на последнем залоге, в начале и конце которого фиксировались показания счетчика, мин.

После определения полной потребляемой мощности $N_п$ расчетная мощность $N_{вп}$ находится по формуле

$$N_{вп} = N_п \cdot \eta - N_х, \qquad (4)$$

где η—к. п. д. электродвигателя, принимаемый по паспортным данным в размере 0,85—0,90 в зависимости от нагрузки;

$N_х$—мощность холостого хода вибропогружателя, кВт.

Для низкочастотных свайных вибропогружателей с числом оборотов дебалансов $n_в = 400—450$ в мин величина $N_х$ составляет приблизительно

25—35% от паспортной номинальной мощности электродвигателей $N_н$. Непосредственно измерение $N_х$ возможно при работе вибропогружателя, подвешенного в горизонтальном положении на крюке крана.

Значения $n_в$ числа оборотов дебалансов принимают по паспортным данным вибропогружателя. Если на последнем залоге производится регулирование частоты вращения, ее определяют по показаниям вибрографа (число колебаний в мин) или тахометра.

При слоистых напластованиях грунта значения λ определяются как средневзвешенные по формуле

$$\lambda = \frac{\Sigma \lambda_i \cdot h_i}{\Sigma h_i}, \qquad (5)$$

где h_i—толщина i-го слоя грунта, контактирующего с боковой поверхностью сваи-оболочки;

λ_i—значение λ, определенное для i-го слоя грунта в соответствии с вышеизложенным.

Величина коэффициента λ для данной стройплощадки определяется по результатам пробного погружения свай или свай-оболочек, в ходе которого измеряются величины $N_п$, $n_в$ и A, относящиеся к последнему залогу погружения, продолжительность которого принимается не менее 5 мин и не более 10 мин. Скорость погружения на последнем залоге должна быть не менее 2 см/мин, но не более 20 см/мин. Если средняя скорость погружения больше указанной, необходимо погрузить сваю или сваю-оболочку до большей глубины, на которой скорость не будет превышать 20 см/мин. После определения несущей способности пробной сваи Р посредством ее статического испытания величину λ для данных геологических условий находят по формуле

$$\lambda = \frac{1{,}43P}{1{,}53\dfrac{N_{вп}}{A \cdot n_в} + Q_в}, \qquad (6)$$

Пример 1.

Железобетонная свая с поперечным сечением 30×30 см, длиной 8,4 м, погружавшаяся на последнем залоге вибропогружателем ВП-1 (С-1003) со скоростью 2,3 см/мин и амплитудой 1 см, достигла глубины 7,3 м. При этом сила тока составляла 125 А, напряжение 380 В, $\cos\varphi = 0{,}6$. Определить достигнутую несущую способность этой сваи, если до глубины 4 м залегает среднезернистый влажный песок, а далее мягкопластичный суглинок с консистенцией $I_L = 0{,}6$. Номинальная мощность вибропогружателя 60 кВт, вес с наголовником 5 тс, $n_в = 420$ об/мин.

1. Определяем потребляемую мощность $N_п$:

$$N_п = \sqrt{3}\,\frac{I \cdot U \cdot \cos\varphi}{1000} = \frac{1{,}73 \cdot 125 \cdot 380 \cdot 0{,}6}{1000} = 49{,}5 \text{ кВт}.$$

2. Определяем мощность $N_{вп}$, расходуемую на колебания сваи и ее погружение:

$$N_{вп} = N_п \cdot \eta - N_н \cdot 0{,}25 = 49{,}5 \cdot 0{,}85 - 60 \cdot 0{,}25 = 42 - 15 = 27 \text{ кВт}.$$

3. Коэффициент λ определяем для двух слоев грунта по табл. 1 и 2. Для первого слоя (среднезернистый влажный песок) $\lambda_1 = 4{,}0$, $h_1 = 4$ м. Для второго слоя (суглинок с $I_L = 0{,}6$) $\lambda_2 = 3{,}0$, $h_2 = 7{,}3 - 4 = 3{,}3$.

$$\lambda = \frac{\lambda_1 \cdot h_1 + \lambda_2 \cdot h_2}{h_1 + h_2} = \frac{4 \cdot 4 + 3 \cdot 3{,}3}{4 + 3{,}3} = 3{,}55.$$

4. Вес системы $Q_в$:

$$Q_в = (Q_{вп} + Q_{наг}) + Q_{св} = 5 + 2 = 7 \text{ тс.}$$

5. По формуле (1) находим несущую способность сваи Р:

$$P = 0{,}7\,\lambda\left(\frac{153 \cdot N_{вп}}{A \cdot n_в} + Q_в\right) = 0{,}7 \cdot 3{,}55\left(\frac{153 \cdot 27}{1 \cdot 420} + 7\right) = 42{,}0 \text{ тс.}$$

Пример 2.

Железобетонная свая-оболочка диаметром 1,2 м, весом 31 тс погружалась на последнем залоге с помощью вибропогружателя ВП-80 со скоростью 2 см/мин и достигла глубины 15,5 м. Определить достигнутую расчетную несущую способность этой сваи-оболочки для заданных геологических условий (см. табл. 3), если на последнем залоге электродвигателем потреблялась мощность $N_п = 115$ кВт, а размах колебаний вибросистемы был 1,0 см. Вибропогружатель весом 9 тс с номинальной мощностью электродвигателя $N_н = 100$ кВт работал на I ступени скорости с числом оборотов $n_в = 408$ об/мин.

1. Определяем мощность $N_{вп}$, расходуемую на колебания и погружение сваи:

$$N_{вп} = N_п \cdot \eta - N_х = 115 \cdot 0{,}85 - 100 \cdot 0{,}25 = 73 \text{ кВт.}$$

2. Амплитуда колебаний A равна половине размаха колебаний, т. е.

$$A = 1{,}0 \cdot 0{,}5 = 0{,}5 \text{ см.}$$

3. Величину коэффициента λ определяем как средневзвешенную для пройденных слоев грунта по формуле

$$\lambda = \frac{\Sigma \lambda_i \cdot h_i}{\Sigma h_i}$$

в табличной форме:

Таблица 3

Характеристика слоя грунта	Мощность слоя h_i, м	Консистенция I_L	λ_i	$\lambda_i \cdot h_i$
Глина тугопластичная	0,4	0,3	2,0	0,8
Песок мелкий, сильно влажный .	0,9	—	5,0	4,5
Глина тугопластичная	1,2	0,4	2,0	2,4
Песок мелкий, водонасыщенный .	0,7	—	6,0	4,2
Глина ленточная, мягкопластичная	2,1	0,6	2,2	4,6
Глина ленточная текучая . . .	2,9	1,1	3,0	8,7
Глина ленточная мягкопластичная	3,9	0,6	2,2	8,6
Песок мелкий, водонасыщенный .	3,5	—	6,0	21,0
Итого . . .	15,6			54,8

$$\lambda = \frac{54 \cdot 8}{15 \cdot 6} = 3{,}5.$$

4. Вес вибросистемы

$$Q_в = Q_{вп} + Q_{наг} + Q_{об} = 9 + 2 + 31 = 42 \text{ тс}.$$

5. Подставляя в формулу (1) найденные величины $N_{вп}$, A, $Q_в$ и λ, определяем достигнутую несущую способность сваи-оболочки:

$$P = 0{,}7 \cdot \lambda \cdot \left(\frac{153 \cdot N_{вп}}{A \cdot n_в} + Q_в \right) = 0{,}7 \cdot 3{,}5 \left(\frac{153 \cdot 73}{0{,}5 \cdot 408} + 42 \right) = 235 \text{ тс}.$$

ИНСТРУКЦИЯ

по применению и краткое описание прибора ФПЗ

Прибор-фиксатор порога замедлений (ФПЗ) служит для сигнализации о возникновении неблагоприятного (опасного для прочности свайного элемента) режима погружения, т. е. о появлении во время вибропогружения замедлений недопустимой величины.

Опасных общих повреждений свайного элемента по сжатию можно не ожидать, если максимальное замедление движения центра тяжести вибросистемы вниз j_{max} не будет превосходить величины

$$j_{max} = \frac{P_{сж}^{max}}{Q_у} g, \qquad (1)$$

где $P_{сж}^{max}$ —наибольшее допускаемое усилие в тс в погружаемом свайном элементе на сжатие, определяемое по обычной методике;

g—ускорение силы тяжести (9,8 м/с²);

$Q_у$—вес условной вибросистемы в тс

$$Q_у = Q_в + Q_н + Q_с + Q'_{гр} + Q''_{гр}, \qquad (2)$$

где $Q_в$—вес вибропогружателя в тс;

$Q_н$—вес наголовника в тс;

$Q_с$—вес свайного элемента в тс;

$Q'_{гр}$—условный вес присоединенной массы грунта, примыкающего к наружной стороне свайного элемента (без взвешивающего действия воды). Толщину слоя этого грунта принимают 0,15 м, а высоту, равной глубине погружения свайного элемента в грунт, в м;

$Q''_{гр}$—условный вес столба не извлеченного из полости грунта при погружении полых свай и свай-оболочек, высота которого принимается в зависимости от диаметра внутренней полости по таблице, в тс.

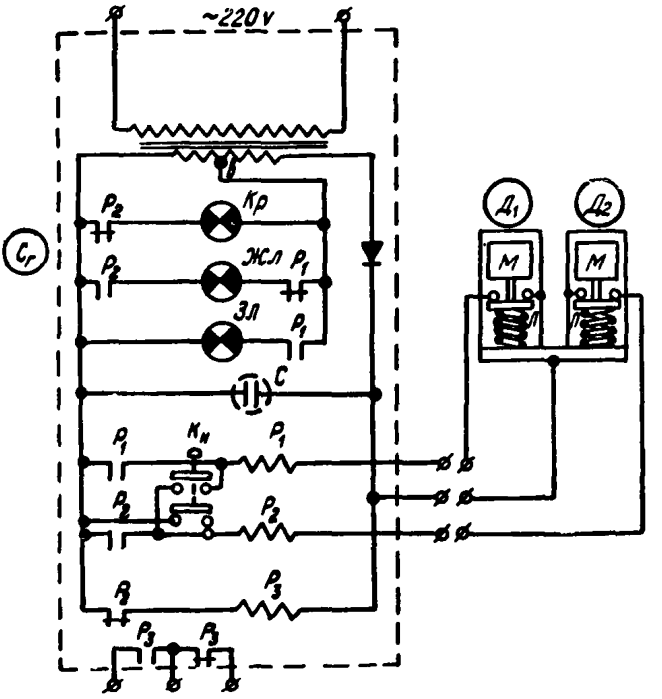
Таблица

Внутренний диаметр полости погружаемого свайного элемента	Расчетная высота столба неизвлеченного грунта внутри полости в м
0,50 м и менее	Глубина погружения, но не более 10 м
1 м	6
2 м	2,5
3 м	2
От 0,50 м до 1 м	По линейной интерполяции между соответствующими значениями
От 1 м до 2 м	
От 2 м до 3 м	

Примечание. Принимаемая расчетная высота столба грунта не связана с уровнем действительной поверхности не извлеченного из оболочек грунта.

Фиксатор порога замедления прикрепляют к погружаемому свайному элементу для сигнализации о превышении максимально допустимой величины замедления движения вибросистемы j_{max}.

Для широкого применения рекомендуются приборы, имеющие двойной датчик и три оповещающих света (зеленый, желтый и красный) в сигнализаторе (см. рисунок).



Принципиальная схема прибора ФПЗ с трехзначной системой сигнализации

При благоприятном режиме погружения свайного элемента в сигнализаторе горит лампа зеленого цвета, при наступлении опасного режима погружения в сигнализаторе загорается красная лампа.

Появление желтого (предупредительного) света сигнализирует о возникновении режима погружения, приближающегося к опасному (например, на 30% ниже его).

Перед установкой на свайный элемент датчики прибора должны быть «настроены» при помощи регулировочных винтов на появление в сигнализаторе запрещающих и предупреждающих сигналов (красного и желтого света) при соответствующих замедлениях.

Регулировочный винт датчика запрещающего красного сигнала должен быть поставлен в положение, отвечающее согласно таблице паспорта замедлению j_{max}, найденному по формуле (1).

Регулировочный винт датчика предупредительного желтого сигнала

рекомендуется ставить в положение, отвечающее фиксации замедления в размере $(0{,}5 \div 0{,}7)\ j_{max}$.

Для быстрого прекращения работы вибропогружателя целесообразно применять устройства для автоматического выключения электромоторов вибропогружателя. Схемы таких автоматических устройств должны быть разработаны при проектировании производства работ с учетом конкретных условий. Автоматическое устройство должно давать разрыв силовой цепи моторов вибропогружателя при появлении тока в цепи лампы запрещающего сигнала прибора.

Наиболее правильные показания можно получить по датчикам, установленным примерно в середине длины погружаемого свайного элемента. Однако во многих случаях, во избежание потери прибора после погружения свайного элемента, приходится устанавливать датчики в верхней части, не погружаемой в грунт или в воду.

Максимальные замедления верхнего конца свайного элемента во время удара нижнего конца его о препятствие или плотный грунт могут несколько отличаться от максимальных замедлений центра тяжести вибросистемы. Эта разница в ускорениях зависит от ряда конкретных обстоятельств, учесть которые предварительно весьма трудно. Достаточно надежные данные для корректировки «настройки» датчиков при их установке сверху можно получить только после проведения соответствующих инструментальных наблюдений при опытном погружении запроектированных свайных элементов.

Во избежание запаздывания или преждевременного появления запрещающих сигналов проведение таких работ весьма желательно, особенно при погружении длинных свайных элементов, обладающих значительной деформативностью ствола.

Датчики прибора следует крепить к телу свайного элемента. Прикрепление датчиков к вибропогружателю, наголовнику или переходным стыковым фланцам категорически запрещается. Место прикрепления должно находиться не ближе 50 см от стыковых фланцев. Прикрепление датчиков к свайному элементу должно быть достаточно жестким, исключающим возможность возникновения собственных вибраций датчиков относительно свайного элемента.

Для установки датчиков рекомендуется предусматривать соответствующие закладные металлические части или короткие выпуски арматуры.

Если сигнализатор прибора дает запрещающий сигнал, работы по погружению должны быть немедленно приостановлены. После небольшого перерыва работы по погружению могут быть возобновлены и продолжены до нового появления запрещающего сигнала. Если две повторных попытки начать погружение приводят к быстрому появлению запрещающего сигнала, погружение свайного элемента при имеющемся сопротивлении грунта должно быть прекращено.

Дальнейшее погружение может быть начато после удаления из-под нижнего конца жестких включений или после уменьшения сопротивления грунта по нижнему концу свайного элемента путем выборки грунта при наличии сквозной полости, применения подмыва и др.

После выполнения мероприятий по снижению лобового сопротивления свайного элемента при возобновлении работ по вибропогружению сигнализатор прибора не должен давать запрещающих сигналов.

Краткое описание фиксатора порога замедлений (ФПЗ)

Прибор состоит из двух механических спаренных датчиков ($Д_1$ и $Д_2$) и электрического сигнализатора ($С_г$) (см. рисунок).

Датчик прибора размещается в металлическом цилиндрическом корпусе, снабженном крышкой с сальником для вывода проводов. Внутри корпуса расположены рабочая масса «М», пружина «П» и регулировочный винт, проходящий сквозь опорную втулку (из электроизоляционного материала), ввернутую в верхнюю часть корпуса.

Сила прижатия верхней части рабочей массы к концу регулировочного винта зависит от степени сжатия пружины регулировочным винтом. Каждый датчик перед началом работ «настраивается» на фиксацию определенных замедлений посредством сжатия пружины на заданную величину для данного канала ФПЗ.

Когда ускорение при погружении оболочки не превышает заданной для канала предельной величины, электрическая цепь, идущая от канала датчика к сигнализатору, оказывается замкнутой на контактах, расположенных в датчике. Если эти ускорения превышают заданную предельную величину, силы инерции рабочей массы преодолевают силы сжатия пружины, рабочая масса начинает перемещаться в корпусе датчика, что сопровождается разрывом электрической цепи, идущей к датчику. Для того чтобы получать устойчивый сигнал нарушения электрической цепи при кратковременном разрыве контактов, в датчике служит сигнализатор, электрическая схема которого приведена на рисунке.

При замкнутой внешней электрической цепи, идущей к датчикам, в сигнализаторе горит лампа зеленого разрешающего сигнала.

Кратковременный разрыв цепи первого датчика, настроенного на регистрацию ускорений, несколько меньших, чем опытные, приводит к появлению в сигнализаторе предупреждающего желтого сигнала, лампа разрешающего зеленого сигнала при этом гаснет.

Разрыв в цепи второго датчика, настроенного на регистрацию опасных для оболочки ускорений, приводит к появлению запрещающего красного сигнала, лампа предупреждающего желтого сигнала при этом гаснет.

Электрическая схема сигнализатора принята такой, что возникающий при погружении оболочки предупреждающий или запрещающий сигналы не исчезают, несмотря на изменение (облегчение) режима погружения. Для их устранения и приведения сигнализатора в рабочее положение служит кнопка восстановления «К».

В сигнализаторе имеются выходные клеммы, блокируемые специальным реле, необходимые для управления магнитным пускателем вибропогружателя. При необходимости может быть легко осуществлено автоматическое выключение питания вибропогружателя при появлении в сигнализаторе запрещающего сигнала.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 и 220 В.

Каждый из приборов имеет паспорт с указанием основных характеристик, необходимых для настройки датчиков на фиксацию соответствующих замедлений.

Датчики размещаются на станине, жестко прикрепляемой к закладным деталям в оболочке.

Определение диаметра и количества подмывных труб при погружении свайных элементов с помощью подмыва

Необходимая суммарная площадь проходного отверстия подмывных труб определяется исходя из требуемого расхода и напора воды, ориентировочные значения которых приведены в табл. 1 из расчета на 1000 см² лобовой поверхности погружаемого свайного элемента в зависимости от грунтовых условий и глубины погружения. При этом принято, что подмывные трубы снабжаются коническим наконечником, имеющим угол конусности 10° и отношение диаметров выходного и входного отверстий, равным 0,45. Техническая характеристика наконечников приведена в табл. 2. Суммарная площадь проходного отверстия подмывных труб определяется по формуле

$$w = \frac{Q}{\sqrt{H}}, \qquad (1)$$

где w—суммарная площадь проходного отверстия подмывных труб, см²;

Q—расход воды, м³/ч;

$$Q = q\frac{S}{1000};$$

q—расход воды на 1000 см² лобовой поверхности свайного элемента (табл. 1), м³/ч;

S—площадь лобовой поверхности свайного элемента, см²;

H—напор (табл. 1), кгс/см².

Руководствуясь найденным значением w, указаниями пп. 3.78—3.80 настоящих «Указаний», а также значениями диаметра и площадей проходного отверстия стандартных труб, приведенных в графах 2 и 3 табл. 2 данного приложения, подбираются необходимый диаметр и количество подмывных труб.

Пример.

Железобетонная свая-оболочка диаметром Д=1,6 м, с толщиной стенки t=15 см погружается на глубину 30 м в крупнозернистый песок средней плотности. Определить напор воды, диаметр и количество подмывных труб.

1. Определяем по табл. 1 необходимый напор воды при погружении свайного элемента в крупнозернистый песок средней плотности на глубину 30 м

$$H \simeq 18 \text{ кгс/см}^2.$$

2. Определяем площадь лобовой поверхности сваи-оболочки.

$$S = \pi(Д - t) \cdot t = 3{,}14(160 - 15) \cdot 15 = 6850 \text{ см}^2.$$

3. Определяем необходимый расход воды

$$Q = q \cdot \frac{S}{1000},$$

где $q \simeq 80$ м³/ч (по табл. 1).

$$Q = 80 \cdot \frac{6850}{1000} = 550 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Определяем суммарную площадь проходного отверстия подмывных труб

$$w = \frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{550}{\sqrt{18}} = 130 \text{ см}^2.$$

5. Исходя из условия равномерного распределения труб по всему периметру сваи-оболочки через 1,5—2 м (п. 3.79) принимаем 3 трубы диаметром 80 мм.

6. Проверяем выполнимость условия

$$w_1 \cdot n \geqslant w,$$

где w_1—площадь проходного отверстия выбранной трубы (по табл. 2);
n—количество труб.

$$50{,}3 \times 3 > 130,$$

следовательно, условие выполняется.

Таблица 1

Напор H и расход воды q на 1000 см² лобовой поверхности свайного элемента в зависимости от вида грунта и глубины погружения

Наименование грунтов	Глубина погружения в грунт (м)					
	5—15		15—25		25—35	
	Необходимый избыточный напор у наконечников H, кгс/см²	Расход воды на 1000 см² лобовой поверхности свайного элемента q, м³/ч	Необходимый избыточный напор у наконечников H, кгс/см²	Расход воды на 1000 см² лобовой поверхности свайного элемента q, м³/ч	Необходимый избыточный напор у наконечников H, кгс/см²	Расход воды на 1000 см² лобовой поверхности свайного элемента q, м³/ч
Насыпной рыхлый неслежавшийся грунт	4—6	20—25	6—8	25—30	8—10	30—35
Песчаные пылеватые грунты средней плотности	4—6	25—35	6—8	30—40	8—10	35—45
Песчаные мелкозернистые грунты средней плотности	6—8	35—45	8—12	45—55	12—15	55—65
Песчаные грунты средней плотности, средней крупности	8—10	40—50	10—14	50—60	14—16	60—70
Глинистые грунты мягкопластичные	8—10	45—55	10—14	55—65	14—18	65—75
Песчаные крупнозернистые грунты средней плотности	8—12	45—60	12—16	60—75	16—20	75—85
Глинистые грунты тугопластичные	10—14	55—70	14—18	70—85	18—22	80—95
Песчано-гравелистые грунты средней плотности	10—14	60—80	14—18	80—95	18—22	90—105
Глинистые грунты полутвердые . .	12—16	65—85	16—20	80—100	20—25	100—120

Таблица 2

Технические характеристики наконечников для подмывных стандартных труб при угле конусности 10°

Диаметр подмывной трубы (внутр.) d, мм	Площадь проходного отверстия подмывной трубы ω_1, см²	Диаметр выходного отверстия наконечника d', мм	Площадь выходного отверстия наконечника ω_2, мм	Длина наконечника, мм
37	10,7	17	2,3	114
50	19,6	22	3,8	160
68	36,2	30	7,1	218
80	50,3	36	10,0	252
106	88,0	48	18,1	332
131	135,0	59	27,4	412

Примечание. Отношение диаметров выходного и входного отверстий для всех наконечников принято равным 0,45.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Подготовительные работы 6
Общие указания 6
Разбивочные работы 7
Приемка, подготовка, транспортирование и складирование свайных элементов 9
Выбор оборудования для погружения свайных элементов 17
Испытания пробных свайных элементов 28
3. Погружение свайных элементов 30
Общие указания 30
Забивка свайных элементов молотами 31
Вибропогружение свайных элементов 44
Особенности погружения свай-оболочек 49
Погружение подмывом и подмывом в сочетании с вибрационным или ударным воздействием . . . 54
4. *Полые сваи и сваи-оболочки с уширенными камуфлетными пятами* 57
5. Бурение грунтов в основании свай-оболочек . . . 62
6. Выправка и другие работы после погружения свайных элементов 68
7. Приемка свайных работ и техническая документация 71

Приложения:

1. Техническая документация:
1а. Перечень технических документов, подлежащих предъявлению приемочной комиссии по свайным работам 75
1б. Акт освидетельствования свайных элементов до их погружения в грунт 76
1в. Акт освидетельствования и приемки свайного фундамента (шпунтовой стенки) 77
1г. Журнал забивки свай 79
1д. Сводная ведомость забитых свай 82

1е. Журнал погружения шпунта 83
1ж. Журнал вибропогружения свай-оболочек (свай) 85
1з. Сводная ведомость погружения свай-оболочек (свай) 88
1и. Журнал камуфлетирования полых свай и свай-оболочек 89
1к. Журнал бурения скважин в основании свай-оболочек 91
2. Допускаемые отклонения от размера железобетонных свайных элементов 93
3. Технические характеристики механизмов, оборудования и устройств, применяемых при свайных работах 95
3а. Паровоздушные молоты одиночного действия . 95
3б. Паровоздушные молоты двойного действия . . 96
3в. Трубчатые дизель-молоты 97
3г. Штанговые дизель-молоты 98
3д. Вибропогружатели 99
3е. Вибромолоты 100
3ж. Плавучие копры 101
3з. Плавучие краны 102
3и. Наголовники для трубчатых дизель-молотов . . 104
3к. Наголовники для вибропогружателей и вибромолотов 106
3л. Сечения и марки кабеля для подключения вибропогружателей 108
4. Инструкция по испытанию свай и свай-оболочек 109
5а. Определение динамических напряжений в железобетонных сваях при забивке 120
5б. Определение несущей способности свай и свай-оболочек, погружаемых с помощью вибропогружателей 128
6. Инструкция по применению и краткое описание прибора ФПЗ 133
7. Определение диаметра и количества подмывных труб при погружении свайных элементов с помощью подмыва 137

Техн. редактор *И. А. Короткий*

Подписано к печати 3 марта 1978 г. Объем 9 печ. л.
7,84 авт. л. 7,96 уч.-изд. л. Зак. 4635. Тир. 2220. Бесплатно.
Бумага типографская 60×84¹/₁₆

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства, г. Вельск Арханг. обл.

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
32	формула (3.1)	$\frac{Q_п + \varepsilon^2 \cdot q}{Q_п + g}$,	$\frac{Q_п + \varepsilon^2 \cdot q}{Q_п + q}$,
30	17 снизу	..., 1977).	..., 1978).

Зак. 4635. Тир. 2220. ВСН 34/Х-78, глава X «Свайные работы».

gost.e-ecolog.ru