

**Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚР НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРЫ**

**Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
НОРМАТИВНО–ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РК**

ҚАДАЛАРДЫ ТҰТАСТЫҚҚА ТЕСТІЛЕУДІ ӘЗІРЛЕУ

РАЗРАБОТКА ТЕСТИРОВАНИЯ СВАЙ НА СПЛОШНОСТЬ

**ҚР НТҚ 07-02.2-2011
НТП РК 07-02.2-2011**

Ресми басылым
Издание официальное

**Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй–коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті**

**Комитет по делам строительства, жилищно–коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами
Министерства национальной экономики Республики Казахстан**

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ
- 2 ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 БЕКІТІЛІП, ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛДІ:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап
- 4 ОРНЫНА:**

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА»
- 2 ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от «29» декабря 2014 года № 156-НҚ с 1 июля 2015 года
- 4 ВЗАМЕН:**

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі Уәкілетті мемлекеттік органының рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства РК

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	IV
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ.....	2
4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА	3
5 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА.....	6
6 ИСПЫТАНИЯ СВАЙ НА СПЛОШНОСТЬ.....	9
6.1 Оборудование для тестирования свай на сплошность	9
6.2 Необходимые данные к проведению испытания	9
6.3 Требования к испытаниям	9
6.4 Подготовка головы сваи	10
6.5 Последовательность операций испытания	10
6.6 Погрешность измерений.....	11
6.7 Испытания свай на сплошность существующих зданий и сооружений.....	11
6.8 Подготовка технического заключения	12
6.8.1. Пункты технического заключения	12
6.8.2 Составление акта испытания свай на сплошность.....	12
6.8.3 Рефлектограммы испытаний свай на сплошность	13
6.8.4 Журнал испытаний свай на сплошность.....	13
6.9 Меры безопасности при проведении испытаний свай на сплошность	14
7 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВОЛН.....	14
7.1 Пример сужения поперечного сечения буронабивной сваи	14
7.2 Пример наличия трещины в поперечном сечении забивной сваи.....	15
7.3 Пример испытаний буронабивных свай существующего здания	16
7.4 Пример испытаний забивных свай до и после эксплуатации моста	17
7.5 Другие примеры интерпретаций сигналов низкочастотных волн	18
8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ СВАЙ.....	22
Приложение А (информационное)	23
Приложение Б (информационное).....	24
Приложение В (информационное).....	25
Приложение Г (информационное).....	26

ВВЕДЕНИЕ

Устройство свайных фундаментов является одним из основных и важных видов работ в строительстве, от качества которой зависит будущее состояние строящегося здания или сооружения. Как правило, определенный процент свай после их устройства имеет некоторые дефекты, полученные в процессе изготовления или транспортировке. К нарушению сплошности ствола буронабивных (буроинъекционных) свай могут приводить многие причины, в частности: недостаточный объем бетона на площадке строительства в момент бетонирования свай, перерыв в работах по бетонированию ствола, негерметичность соединения обсадных труб в водонасыщенных грунтах, расслоение бетонной смеси и т.д.

В случаях забивных свай причиной может служить нарушение техники безопасности при транспортировке, складировании и монтаже на стрелу сваебойных агрегатов, некачественное выполнение стыка составных свай, а также скрытые дефекты изготовления ствола сваи (заводской брак), который невозможно определить визуально (микротрещины в стволе сваи, неоднородность материала, несоответствие проектному классу, марке бетона и пр.). В результате динамического воздействия сваи с подобными заводскими дефектами приходят в непригодность, сплошность сваи нарушается. Причиной развития трещин также может служить человеческий фактор, когда оператор корректирует вертикальность сваи в процессе забивке.

Нарушение сплошности ствола сваи может привести к значительному снижению несущей способности свай, как по грунту, так и по материалу.

В ряде случаев к контролю качества устройства свайных фундаментов относятся формально, и ограничиваются ведением журналов, актов, а также отбором образцов бетона при подаче. Последнее может служить лишь для косвенной оценки т.к. набор прочности бетона в кубиках и бетона в скважине различны. В связи с этим при устройстве свай необходима другая система контроля их качества.

На сегодняшний день метод испытания сплошности ствола свай акустической дефектоскопией является одним из самых качественных методов контроля, погрешность измерений которого в зависимости от прибора может, составляет 3-5%.

Чтобы избежать серьезных погрешностей при строительных работах, связанных с нарушением сплошности ствола свай, необходимо производить оценку сплошности сваи неразрушающим методом сразу после их устройства с целью выявления дефектов на ранней стадии строительства. Для забивных свай перед началом использования также рекомендуется их проверить на наличие скрытых дефектов непосредственно на строительной площадке тем же неразрушающим методом. При необходимости испытания сплошности свай можно проводить для существующих зданий и сооружений с целью оценки текущего состояния свай и выявления нарушения их сплошности.

Основными преимуществами неразрушающего метода акустической дефектоскопии можно считать: очень быстрое получение данных по любой свае на стройплощадке и возможность проверки до 100 свай в день; определение длины сваи в пределах 80 м; выявление дефектов разного характера в стволе железобетонной сваи; возможность диагностики любой сваи одним оператором самостоятельно.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ НОРМАТИВТІК-ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН****ҚАДАЛАРДЫ ТҮТАСТЫҚҚА ТЕСТІЛЕУДІ ӘЗІРЛЕУ****РАЗРАБОТКА ТЕСТИРОВАНИЯ СВАЙ НА СПЛОШНОСТЬ**

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее пособие применяется при тестировании свай на сплошность изготовленных по любым известным технологиям (буронабивным, буроинъекционным, забивным, вдавливаемым и др.) из армированного бетона и др., на прямом, круглом или квадратном участке, если доступна его верхняя часть.

Для достоверности сведений об испытуемом свайном поле для буронабивных и буроинъекционных свай необходимо испытать не менее 60% от общего числа свай, для забивных - 50%.

Метод испытания свай на сплошность основывается на теории распространения звуковых (высоко и низкочастотных) волн в твердом теле. Это один из самых современных методов испытаний свай в мировой практике за последние годы. Испытание позволяет выполнить анализ сплошности всех типов свай и определить дефекты в теле сваи.

Данный метод позволяет определить в зависимости от предполагаемой скорости распространения плоских волн в бетоне:

- a) приблизительную длину свай;
- b) уширение в поперечном сечении свай;
- c) сужение в поперечном сечении свай;
- d) изменение слоев почвы;
- e) изменение материала свай;
- f) поперечные трещины в стволе свай;
- g) включения инородного материала.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего пособия необходимы следующие ссылочные документы:

СН РК EN 1997-1:2004/2011 Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила.

СН РК EN 1997-2:2007/2011 Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунта.

ПРИМЕЧАНИЕ При пользовании настоящими строительными нормами целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов на территории Республики Казахстан, в том числе по перечням фонда нормативных правовых актов, Указателям нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан и межгосударственным нормативным документам по стандартизации, ежегодно издаваемым по состоянию на 01 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими нормами следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Термины и определения:

Акселерометр: Датчик ускорений фиксации сигнала.

Велосиметр: Датчик скоростей для фиксации сигнала.

Аналого-цифровой преобразователь: Прибор для получения данных зафиксированных датчиком, визуализации, регистрации и обработки сигналов и преобразования их в рефлектограммы.

Шейка ствола сваи: Сужение поперечного сечения сваи.

Обозначения и единицы измерения:

B (м) - диаметр или ширина сваи;

C (м/сек) - скорость прохождения волны в бетоне;

D (м) - длина сваи в момент испытания;

L (м) - расстояние между точкой исхода и точкой отражения вибрирующей;

Z_b (м) - переменная высотная отметка относительно некоторой точки на основания сваи;

Z_N (м) - то же, относительно некоторой точки грунта, соседствующего со свайей в момент испытания;

Z (м) - то же, относительно некоторой точки на верхнем краю сваи в момент проведения испытания;

Δf (Гц) - частотное отклонение между следующим друг за другом максимальным и минимальным значением амплитуды сваи;

Δt (сек) - продолжительность времени, отдаляющего момент удара от первого отражения(эха) сигнала;

σ_{inc} (кПа) – напряжение, вызванное волной в результате ударного воздействия

Δl (м) – смещение частиц сваи;

Δt (с) – время, за которое произошло смещение Δl .

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДА

В настоящее время существует множество различных приборов (компаний и стран производителей) для тестирования свай на сплошность, основанных на теории распространения звуковых высоко и низкочастотных волн в твердом теле (Приложение А).

Работа контроля сплошности свай неразрушающим методом делится на два этапа:

- тестирование свай на строительной площадке (Рисунок 1);
- интерпретация полученной информации с помощью специального программного обеспечения.

Для оценки сплошности тела свай используют звуковые низкочастотные (длинные волны) и ультразвуковые (короткие волны) методы контроля.

Преимущества метода ультразвуковых волн:

- возможность обнаружения мелких дефектов, поскольку длина волны соизмерима с размерами дефектов.

Недостатки метода ультразвуковых волн:

- в большей степени подвержены потере энергии за счет внутреннего трения (затухания) и отражения от неоднородной среды, чем низкочастотные волны.



Рисунок 1 – Тестирование буронабивной сваи на строительной площадке

Принцип действия данного метода основан на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в контролируемых объектах (сваях) с помощью ударного импульса, переданного торцу сваи (Рисунок 2).

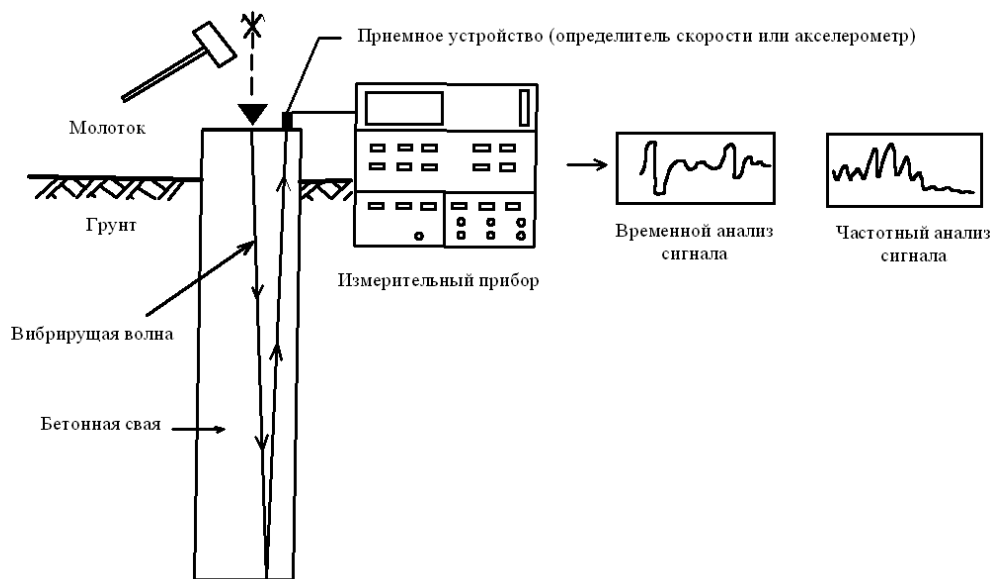


Рисунок 2 – Принцип метода тестирования свай на сплошность

Метод использует свойство распространения волны в однородной среде, причем скорость C этой волны задается в зависимости от типа свай или прочности (в зависимости от класса, марки и возраста) бетона свай от 3000 до 4000 м/с. При отсутствии данных о скорости распространения плоских волн в бетоне, скорость рекомендуется принимать по Таблице 1, в зависимости от модуля упругости бетона и плотности.

Таблица 1 – Скорость распространения плоских волн в бетоне (в зависимости от модуля упругости и плотности бетона)

Материал	Модуль упругости	Плотность	Скорость плоских волн
	МПа	кг/м ³	м/с
Металлические сваи	210000	7850	5200
Забивные сваи:			
- существующего здания или сооружения	>40000	2500	>4000
- новые	40000	2500	4000
Провибрированные буронабивные сваи	35000	2500	3800
Непровибрированные буронабивные сваи	30000	2300	3600
Сваи низкого качества	20000	<2300	<3000

Модуль упругости и плотность бетона для определения скорости волны в случае забивных свай могут быть приняты на основе паспортов, предоставленных заводом изготовителем. В случае буронабивных свай (и других типов свай, устраиваемых на месте) рекомендуется использовать значения модуля упругости и плотности на основе

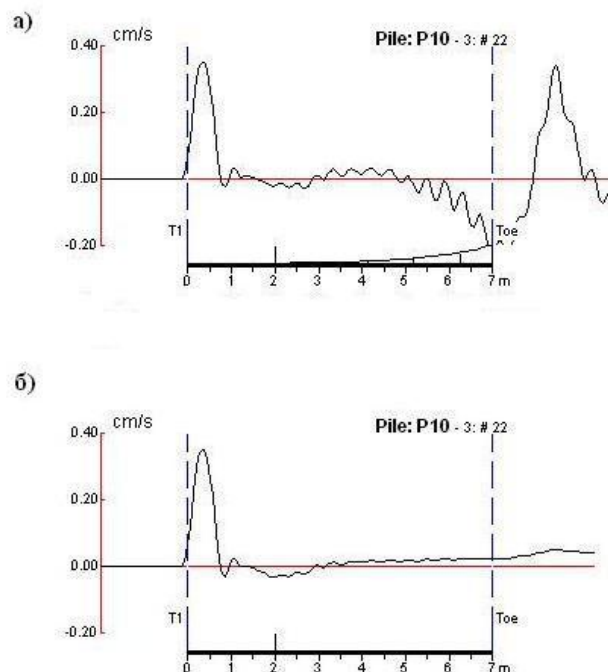
экспериментальных исследований (фактические значения на момент испытания) согласно требованиям действующих нормативов.

Для регистрации отраженных волн, или сигналов используют датчики электродинамического или пьезоэлектрического типов, устанавливаемые на торцевой поверхности сваи. Для улучшения акустического контакта между свайей и датчиком (акселерометром) применяют специальные незамерзающие мастики или пластилин.

С помощью аналого-цифрового преобразователя сигнал, вызванный возбудителем и зафиксированный велосиметром (датчиком скоростей), преобразуется в рефлектограмму – зависимость скорости V смещения частиц оголовка сваи от времени. Если используется акселерометр (датчик ускорений), то прибор автоматически производит интегрирование зависимости «ускорение-время» для получения зависимости «скорость-время».

Рефлектограммы хранятся в памяти прибора в виде файлов. После тестирования свай файлы перемещают на персональный компьютер. Затем с помощью программного обеспечения выполняют обработку рефлектограмм – фильтрацию и усиление сигнала. Фильтрация позволяет устранить высокочастотный шум, усложняющий анализ результатов тестирования, и получить гладкую рефлектограмму.

Трение по боковой поверхности сваи вызывает затухание сигнала по длине. Для получения четкой рефлектограммы трение, которое обычно считается логарифмически возрастающим с глубиной, компенсируют с помощью временно-амплитудной регулировки усиления. Для этого обычно используют экспоненциальное усиление (Рисунок 3).



- а) с использованием регулировки усиления сигнала
- б) без использования регулировки усиления сигнала

Рисунок 3 – Регулировка сигнала

В хорошо сбалансированных рефлектограммах пики, соответствующие удару и отражения волны от пяты сваи, должны иметь приблизительно одинаковую амплитуду (Рисунок 4).

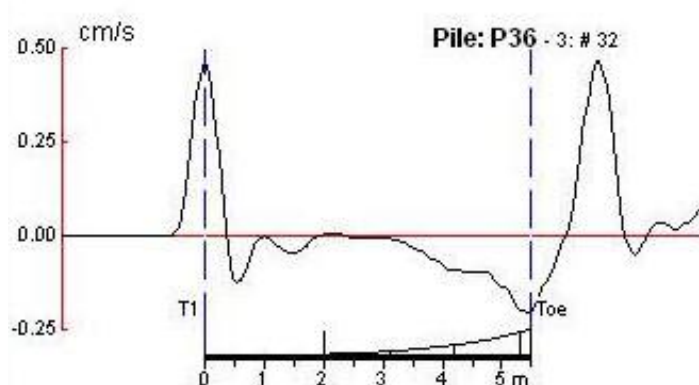


Рисунок 4 – Сбалансированная рефлектограмма

Анализ рефлектограмм позволяет определить длину сваи и локализовать дефекты в ее стволе.

Метод предполагает:

- выполнение с помощью молотка механического удара, осуществляемого параллельно продольной оси сваи;
- измерение посредством датчика (акселерометра), установленного на верхней части сваи, амплитуды вибрирующей волны, индуцированной ударом:
- вычисление расстояния L от точки отражения:
 - либо продолжительностью пробега отраженной продольной волны с момента появления сигнала во временном диапазоне: $L = 0.5C\Delta t$
 - либо отклонения частоты с момента получения сигнала в частотном диапазоне: $L = 0.5C/\Delta f$

5 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА

После удара молотком по торцу сваи продольная волна растяжения-сжатия распространяется по стволу сваи с некоторой скоростью c . Так как акустические свойства бетона сильно отличаются от акустических свойств дисперсных грунтов, свая представляет собой волновод с относительно небольшими потерями энергии на затухание и переизлучение в геомассив. На границе раздела сред (бетон - инородное включение, бетон-грунт и т.п.) звуковая волна отражается. Временной интервал между первоначальным ударом молотка и отражением от границы сред измеряется прибором и равняется времени t , необходимому для распространения волны по стволу сваи длиной l дважды (вниз и вверх):

$$t = \frac{2l}{c}, c \quad (1)$$

После измерения времени распространения t звуковой волны по свае определяют один из двух параметров:

- скорость распространения волны по длине сваи;
- длину сваи по известной скорости распространения волны.

Длину сваи l определяют косвенным методом, исходя из измеренного прибором временного интервала t , при этом скорость продольной волны c в свае считается известной:

$$\ell = \frac{ct}{2}, \text{ м} \quad (2)$$

Погрешность определения (именно определения, а не измерения) длины сваи l (скорости волны c) напрямую зависит от того, что точно задана скорость волны c (длина сваи l).

Для получения достоверных результатов торцы свай должны быть горизонтальными.

Используя второй закон Ньютона перемещение упругой волны характеризуется скоростью звука, которая зависит от свойств среды и определяется по формуле:

$$c = \frac{E_{\partial}}{\rho}, \text{ м / с} \quad (3)$$

Для тяжелого бетона класса В35 естественного твердения скорость распространения продольной волны составляет:

$$c = \frac{34,5 \cdot 10^9}{2500} = 3700 \text{ м / с}$$

Для строительных материалов, в частности для бетона, при отсутствии прямой функциональной зависимости существует достаточно устойчивая и тесная корреляция (т.е. статистическая связь) между скоростью звука и прочностью материала – в более прочном материале скорость звука выше. Эта связь сокращенно именуется «корреляция-скорость-прочность». Однако эта связь не отражает сложное понятие прочности бетона. Так, в сваях (стержнях) при распространении продольных волн появляются волны поперечного растяжения и радиальные волны. Поэтому скорость распространения продольных волн меньше, чем в неограниченной среде.

Дефекты свай можно характеризовать изменением площади сечения от A_1 до A_2 или свойств материала E и ρ . Когда волна встречает неоднородность, она частично отражается назад, частично проходит вперед (Рисунок 5).

Для анализа поведения волны в сваях произвольной формы, допускается, что при ударном воздействии в свае возникает только продольная волна, используют одномерную теорию распространения волн, согласно которой напряжение, вызываемое отраженной волной, будет:

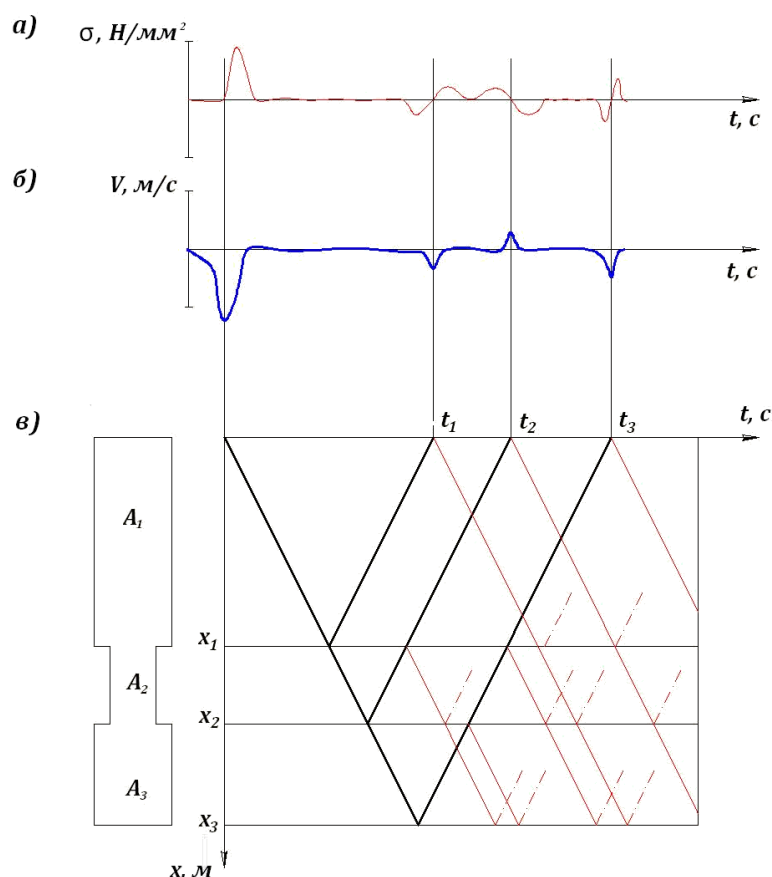
$$\sigma_{ref} = -\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \sigma_{inc}, \text{ кПа} \quad (4)$$

Напряжение, вызываемое пройденной волной:

$$\sigma_{trans} = \frac{2z_2}{z_1 + z_2} \frac{A_1}{A_2}, \text{ кПа} \quad (5)$$

где, $z_i = A_i c_i \rho_i$ – акустическое сопротивление (импеданс) i -й среды;

σ_{ins} – напряжение, вызванное волной в результате ударного воздействия, $\kappa\text{Па}$.



а) зависимость напряжения σ в оголовке сваи от времени t

б) рефлектограмма зависимости скорости V смещения частиц оголовка сваи от времени t

в) зависимость положения звуковой волны от времени (интерференция волн)

Рисунок 5 – Схема распространения волны в стержне ослабленного сечения

Уравнения (4) и (5) позволяют моделировать поведение волны и применимы для стержней произвольной формы. Для визуализации процесса распространения волны удобно использовать зависимость координаты продольной волны во времени: $x=f(t)$.

Связь между напряжениями σ , вызванными ударным воздействием и скоростью смещения V частиц оголовка сваи, устанавливается зависимостями:

$$\sigma = E \frac{\Delta \ell}{\ell}, \kappa\text{Па} \quad (6)$$

$$V = E \frac{\Delta \ell}{\Delta t}, \text{ м/с} \quad (7)$$

где $\Delta \ell$ – смещение частиц сваи, м ;

Δt – время, за которое произошло смещение $\Delta \ell$, с .

На Рисунке 5 представлен график распространения волны в стержне с ослабленным поперечным сечением. Напряжения вычислены по уравнениям (4) и (5).

6 ИСПЫТАНИЯ СВАЙ НА СПЛОШНОСТЬ

6.1 Оборудование для тестирования свай на сплошность

Для тестирования свай на сплошность требуется следующее оборудование:

- инвентарный молоток для того, чтобы произвести удар;
- датчик ускорений или скоростей (акселерометр или велосиметр);
- специальные незамерзающие мастики или пластилин для улучшения акустического контакта между сваей и датчиком;
- аналого-цифровой преобразователь - прибор для получения данных, визуализации, регистрации и обработки быстрых сигналов;
- соединительный элемент между датчиком и преобразователем сигналов;
- программное обеспечение для расшифровки зарегистрированных и обработанных сигналов.

6.2 Необходимые данные к проведению испытания

Чтобы подготовить и осуществить испытание, необходимо располагать следующей информацией:

- идентификация тестируемой сваи: стройплощадка, месторасположение сваи и отметки со ссылкой на исполнительную документацию по ее изготовлению;
- геологические данные строительной площадки, где выполняется испытание;
- геометрические характеристики сваи;
- класс бетона сваи;
- дата бетонирования или устройства сваи;
- выписка из журнала работ (непосредственно касающаяся испытываемой сваи).

6.3 Требования к испытаниям

Для получения четкого для интерпретации сигнала необходимо следующее:

- голова сваи должна быть горизонтальной;
- предельно допустимая шероховатость головы сваи 2 мм;
- голова сваи должна быть очищена от посторонних материалов, слабого бетона, трещин и отслоений;
- не допускается наличие воды, поверхность сваи должна быть сухой;
- любые конструкции или элементы, соприкасающиеся со сваей, должны быть удалены, поскольку могут вызвать помехи для интерпретации сигнала. В большинстве случаев влияние этих элементов фильтруется с помощью программы оборудования;
- в период тестирования свай не допускается работа механизмов создающих вибрационные воздействия;
- удары необходимо производить в разных точках (3 удара по поверхности в 3-х точках), и замеры датчиком производятся в разных точках;
- геометрия свай, пустоты, а так же грунтовые условия вокруг сваи могут влиять на полученные сигналы. Поэтому интерпретация полученных сигналов должна выполняться

квалифицированным специалистом, который должен иметь всю информацию о сваях и грунтовых условиях строительной площадки;

- размеры длины свай должны быть в пределах между 10 и 80м, а размер ее поперечного сечения не должен превышать 2,0 м (В2);

- для буронабивных и инъекционных свай испытания на сплошность необходимо проводить не ранее 7 суток после окончания бетонирования, но до набора прочности бетона не менее 70% от проектной;

- для забивных свай не ранее 3-6 суток после окончания забивки в зависимости от типа грунта, для обеспечения отдыха сваи (3 суток – при песчаных грунтах, кроме водонасыщенных мелких и пылеватых; 6 суток – при глинистых и разнородных грунтах).

6.4 Подготовка головы сваи

Подготовка верхней части сваи (головы сваи):

- облегчить доступ к голове сваи;
- устранить загрязненный или растрескавшийся бетон и расчистить плоскую сухую горизонтальную поверхность до однородного характера;
- получить, по крайней мере, плоскую поверхность;
- к вероятному окончательному срезу головы сваи можно приступить после испытания;
- если голова сваи разбита (например при забивке сваи), помимо подготовки плоской поверхности, необходимо также устранить элементы армирования сваи, которые могут препятствовать получению четких сигналов.

6.5 Последовательность операций испытания

Испытания свай на сплошность включают следующие операции:

- установить датчик на голове сваи, предварительно подложив соединительный элемент, который способствует распространению механических волн;
- удостовериться, что внешние источники вибрации не вносят дополнительных измерений;
- удостовериться в том, что обеспечен плотный контакт датчика со сваем;
- удостовериться в том, что соединительный элемент между датчиком и преобразователем сигналов не контактирует с посторонними предметами;
- произвести удар молотком по голове сваи параллельно продольной оси;
- визуализировать и зарегистрировать сигнал. Получить подобным образом повторно, три сигнала, пригодных к обработке;
- если по результатам трех последовательных ударов были зарегистрированы отличные друг от друга сигналы, необходимо повторить испытание, изменив положение датчика на голове сваи.

6.6 Погрешность измерений

Погрешность измерений в зависимости от прибора (компании-производителя) составляет 3-5% начиная с исхода непосредственно самой волны и заканчивая возвращением отраженной волны и зависит от продолжительности пробега.

Погрешность измерения длины сваи также зависит от точности заданных значений характеристик сваи: модуль упругости, плотность, скорость распространения поперечной волны и др.

6.7 Испытания свай на сплошность существующих зданий и сооружений

■ Испытания свай на сплошность существующих зданий и сооружений должны входить в состав экспертного обследования состояния оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений, поскольку являются неразрушающим методом контроля качества свай.

■ Испытания должны проводиться согласно программе с целью определения состояния свайно-грунтового массива и выявления возможных причин их негативного влияния на общее состояние существующих зданий и сооружений.

■ Испытания свай на сплошность существующих зданий и сооружений проводят для определения приблизительной длины сваи, наличия уширений или сужений в поперечном сечении свай, изменений слоев почвы, неоднородности материала сваи, поперечных трещин в стволе сваи, включений инородного материала, которые могут служить причиной аварийного состояния существующих зданий и сооружений.

■ Основной сложностью испытаний свай на сплошность существующих зданий и сооружений заключается в следующем:

- доступ к голове сваи отсутствует;
- нет возможности провести удар параллельно продольной оси сваи.

Для проведения испытания свай на сплошность существующих зданий и сооружений рекомендуется:

■ провести выемку грунта вокруг испытуемой сваи на глубину 1-2м в зависимости от длины сваи;

■ создать условия для проведения удара параллельно продольной оси сваи одним из следующих способов:

- сделать нишу в стволе сваи и подготовить вертикальную поверхность достаточную для проведения испытания, но не более 10х10х15 (ширина, длина, высота), (Рисунок 6а);

- монтаж металлической пластинки на боковую поверхность сваи, (Рисунок 6б).

Металлическая пластинка крепится к свае болтовым соединением. Болтовое соединение должно высокоточным, а также должно обеспечивать плотный контакт сваи с металлической пластиной для передачи импульса сваи через металлическую пластинку и болт. Ширина пластинки должна быть не менее ширины (диаметра) ударной части молотка. Для приема сигнала датчиком необходимо сделать небольшое углубление в стволе сваи с горизонтальной плоскостью, достаточное для установки датчика.

- провести испытания согласно подпункту 5.5 данного Пособия.

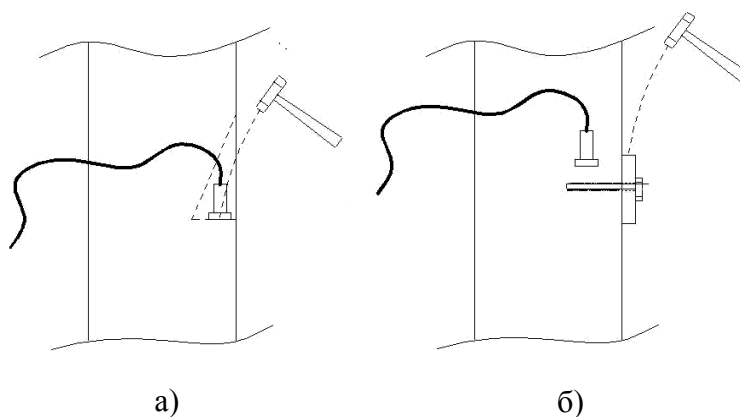


Рисунок 6 – Проведение испытаний свай существующих зданий и сооружений

6.8 Подготовка технического заключения

6.8.1. Пункты технического заключения

По результатам испытания выдается техническое заключение, которое состоит из следующих пунктов:

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

(задачи, этапы испытаний, технология устройства свай, описание инженерно-геологических условий площадки)

2. МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СВАЙ НА ПЛОЩАДКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА (по этапам тестирования)

ВЫВОДЫ (обобщение результатов тестирования)

ПРИЛОЖЕНИЯ:

Приложение 1. Схема расположения испытываемых свай на сплошность

Приложение 2. Результаты тестирования свай.

(акты тестирования, рефлектограммы испытанных свай и журналы испытаний свай на сплошность)

Техническое заключение с визированными актами и журналами готовится в трех экземплярах, два из которых предоставляются заказчику, а одно с визой лица, ответственного за приемку работ со стороны заказчика, сдается в архив подрядной организации, выполняющей испытания на сплошность.

6.8.2 Составление акта испытания свай на сплошность

Акт испытания сваи на сплошность содержит следующие сведения:

- название фирмы, которая произвела испытания, имя и визу лица, ответственного за испытание со стороны подрядчика;
- название объекта строительства, имя и визу лица, ответственного за приемку работ со стороны заказчика;

- номер испытания и дату проведения испытания;
- проектный или идентификационный (присвоенный во время испытания) номер протестированной сваи;
- геометрические характеристики сваи на момент проведения испытания (предполагаемая длина L , сечение B);
- графическое представление амплитуды вибрирующей волны в диапазоне времени и/или частоты, а также соответствующих интерпретаций;
- вычисленную длину L со значением скорости распространения волн C в бетоне;
- информацию о наличии или отсутствии дефектов свай, а также положение вероятных аномалий;
- наблюдения за ходом испытания, а также за непредвиденными стандартами случаями, которые могли оказать влияние на результаты.

Если во время испытаний сваям присваиваются номера, отличные от проектных, то к заключению также необходимо приложить схему испытываемых свай, пронумерованных в соответствии с присвоенными во время тестирования номерами.

Рекомендуемый образец акта испытания сваи на сплошность представлен в Приложении Б.

6.8.3 Рефлектограммы испытаний свай на сплошность

В рефлектограммах испытаний свай должны быть указаны следующие сведения:

- номер испытания и дата проведения испытания;
- проектный или идентификационный (присвоенный во время испытания) номер протестированной сваи;
- графическое представление амплитуды вибрирующей волны в диапазоне времени и/или частоты;
- вычисленную длину L со значением скорости распространения волн C в бетоне.

Образец рефлектограммы испытаний сваи на сплошность представлен в Приложении В.

6.8.4 Журнал испытаний свай на сплошность

Журнал испытаний свай на сплошность содержит следующие сведения:

- название фирмы, которая произвела испытания, имя и визу лица, ответственного за испытание со стороны подрядчика;
- название объекта строительства, имя и визу лица, ответственного за приемку работ со стороны заказчика;
- номер испытания и дату проведения испытания;
- вычисленную длину свай L ;
- информацию о наличии и отсутствии дефектов свай.

Рекомендуемый формат журнала испытаний свай на сплошность представлен в Приложении Г.

6.9 Меры безопасности при проведении испытаний свай на сплошность

Общие меры безопасности:

· испытания запрещены в местах строительной площадки, где ведутся высотно-монтажные работы.

Следующие меры безопасности при проведении испытаний свай на сплошность даны в качестве рекомендаций:

- использование безопасного персонального оборудования;
- использование защитного шлема для головы;
- использование защитных очков для глаз;
- использование страховочного ремня для безопасности при высотных работах;
- использование спасательного жилета для безопасности при наводнении;
- убедиться в том, что оборудование имеет заземление;
- убедиться в том, что электрические провода не имеют повреждений;
- не стоять в воде при включенном оборудовании;
- использование перчаток при испытаниях.

7 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВОЛН

Обработка, расшифровка и интерпретация сигналов низкочастотных волн полученных при тестировании свай на сплошность производится квалифицированным специалистом с помощью специального программного обеспечения.

В Пособии приведены примеры типовых нарушений сплошности тела свай, а также даны сравнения полученных сигналов низкочастотных волн с фактическими нарушениями сплошности тела свай, которые были выявлены после их экскавации.

7.1 Пример сужения поперечного сечения буронабивной сваи

На Рисунке 7 свая не имеет дефектов, согласно сигналу, отражение волны зафиксировано на расстоянии 11,9м.

На Рисунке 8 свая имеет четкий дефект на глубине 2,6-2,8м. После выемки сваи было обнаружено сужение в поперечном сечении на глубине 2,8м.

В результате дефекта сваи сигнал был нарушен, отражение волны не было зафиксировано.

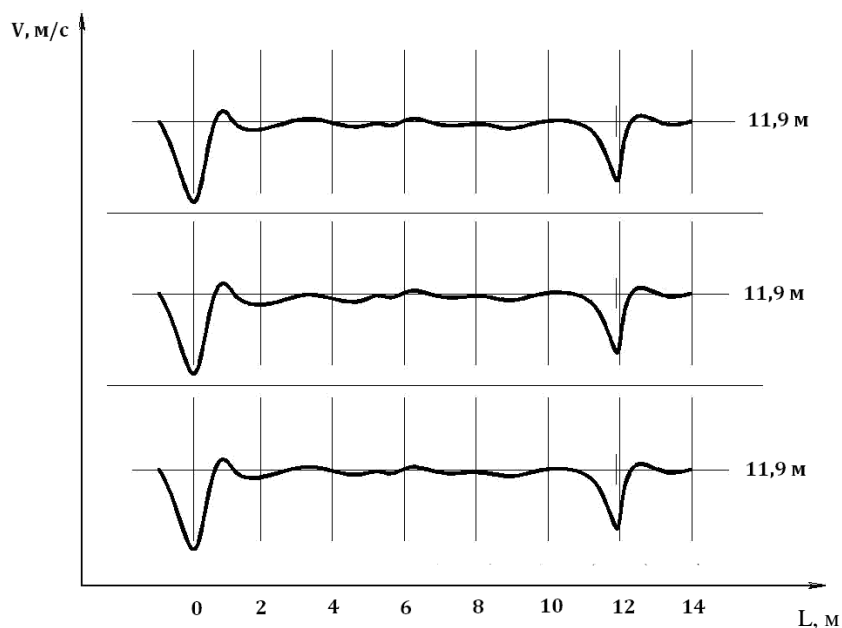


Рисунок 7 – Буронабивная свая без дефектов

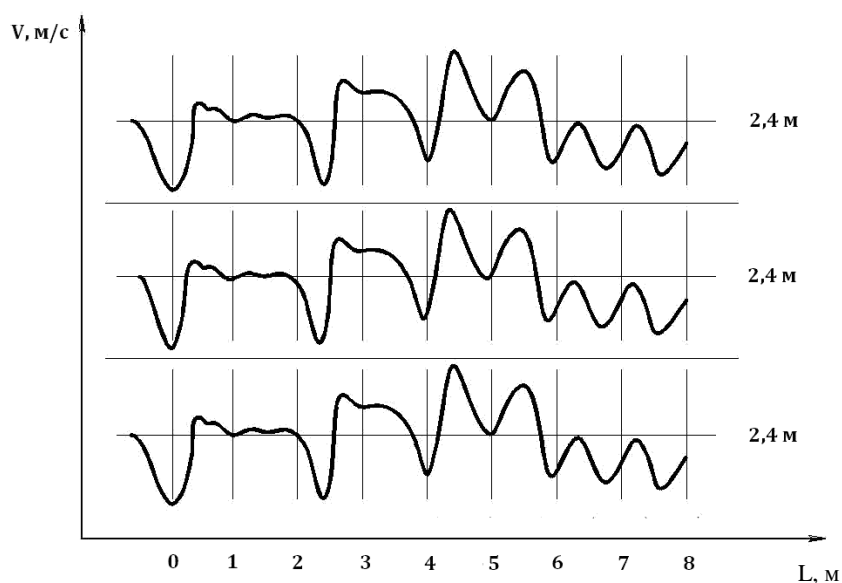


Рисунок 8 – Сужение поперечного сечения буронабивной сваи

7.2 Пример наличия трещины в поперечном сечении забивной сваи

На Рисунках 9, 10 представлены сравнения сигналов забивных свай длиной 25м.

На Рисунке 9 свая не имеет дефектов, четкое отражение волны на расстоянии 25м от верхнего конца сваи, тогда как свая на Рисунке 10 имеет дефект на глубине 6м.

После выемки сваи было обнаружено наличие трещины в поперечном сечении на глубине 6м. В результате дефекта сваи сигнал был нарушен, отражение волны не было зафиксировано.

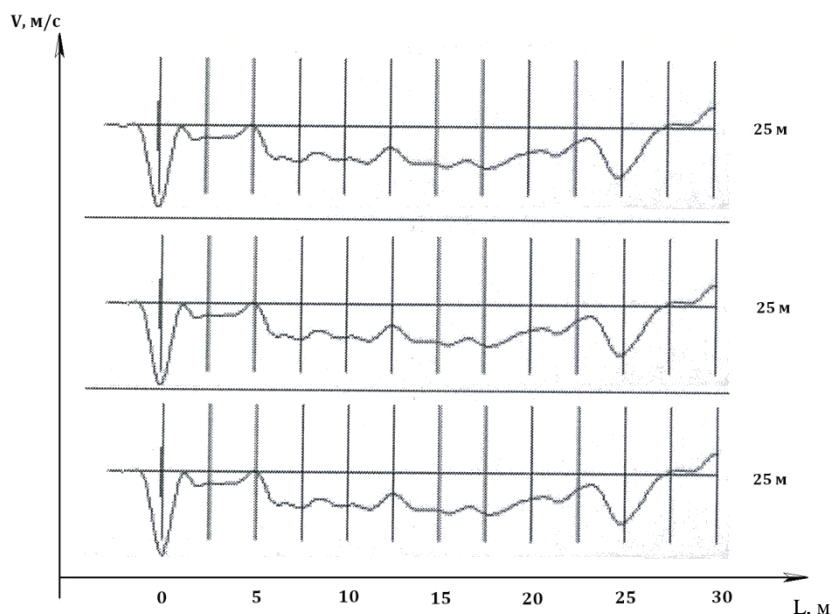


Рисунок 9 – Забивная свая без дефектов

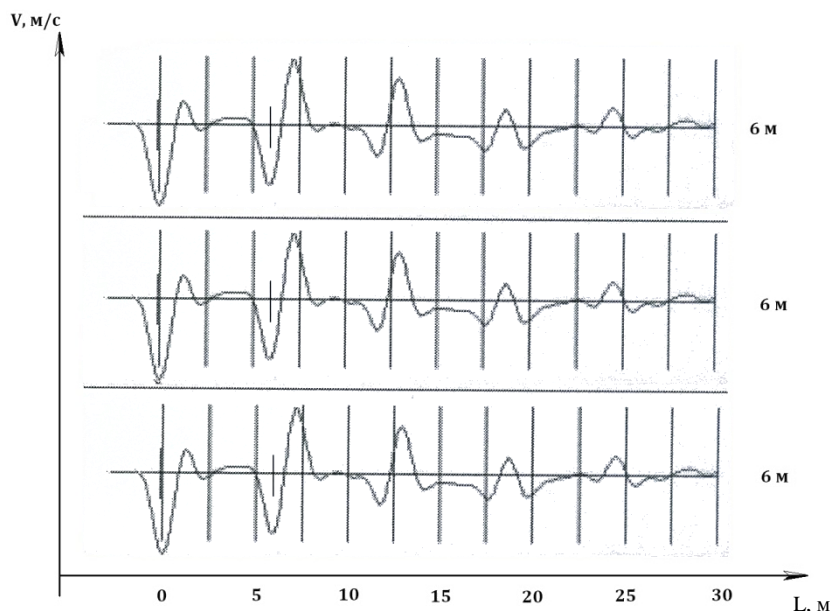


Рисунок 10 – Наличие трещины в поперечном сечении буронабивной сваи

7.3 Пример испытаний буронабивных свай существующего здания

В период длительной эксплуатации существующего здания была зафиксирована большая осадка здания. После выемки грунта на 1 м ниже ростверка свайного фундамента были проведены испытания свай на сплошность. Для проведения испытаний было принято решение сделать нишу в стволе сваи и подготовить вертикальную поверхность. Результаты испытаний представлены на Рисунках 11, 12. Свая на Рисунке 11, согласно полученному сигналу не имеет дефектов. Согласно результатам свая на Рисунке 12 имеет сужение в поперечном сечении на расстоянии 2,3 м от уровня проведения испытания. По окончании испытания было принято решение по экскавации сваи. Согласно визуальному

обследованию было обнаружено, что тело сваи на глубине 2,3 м было разрушено, арматурный каркас был оголен и изогнут.

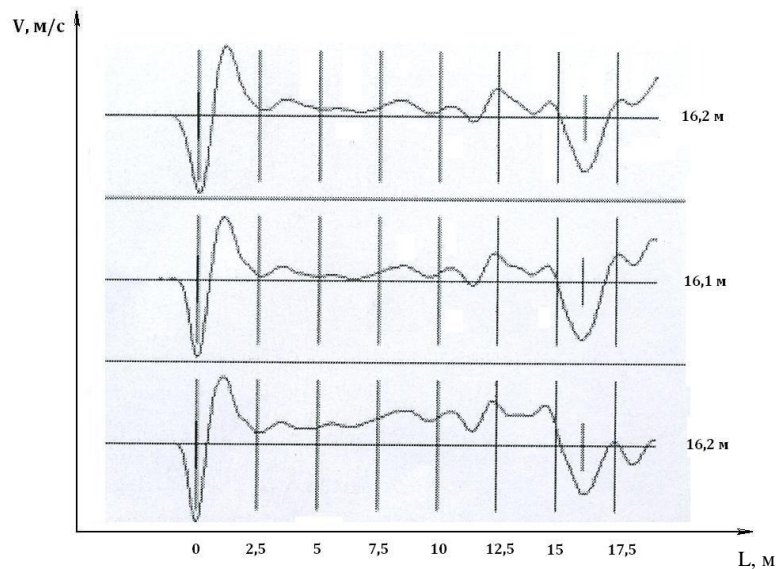


Рисунок 11 – Бурунабивная свая без дефектов

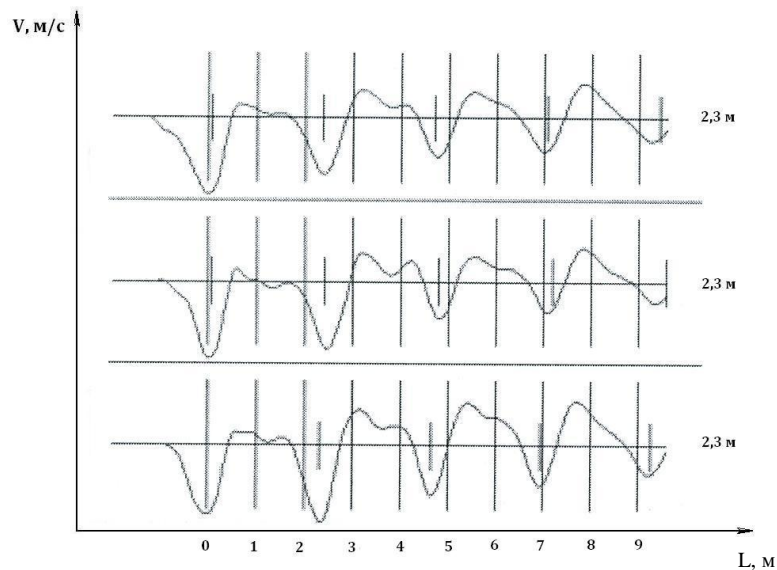


Рисунок 12 – Разрушение тела бурунабивной сваи

7.4 Пример испытаний забивных свай до и после эксплуатации моста

На Рисунке 13 представлены результаты испытаний свай на сплошность сразу по окончании строительства. На Рисунке 14 представлены результаты испытаний тех же свай после 1 года эксплуатации моста.

Согласно полученных рефлектограмм свая дефектов не имеет.

Сравнив полученные сигналы можно сделать заключение о том, что отражение волны от конца сваи существенно изменилось, сигнал показал большую рефлекссию на

конце сваи, что свидетельствует об упрочнении грунта под нижним концом сваи в течение года эксплуатации моста.

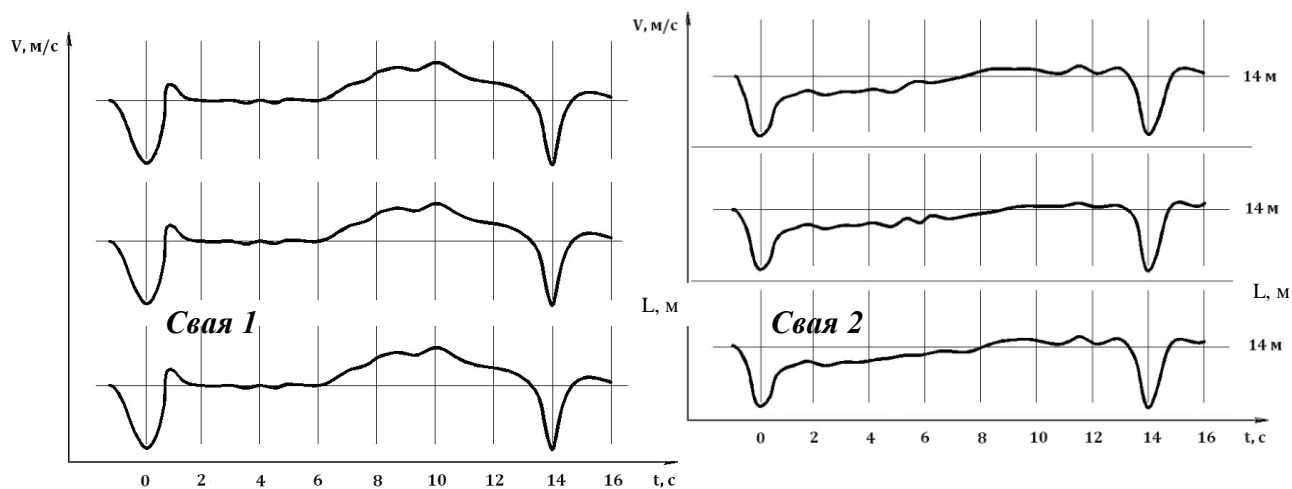


Рисунок 13 – Результаты испытания до эксплуатации моста

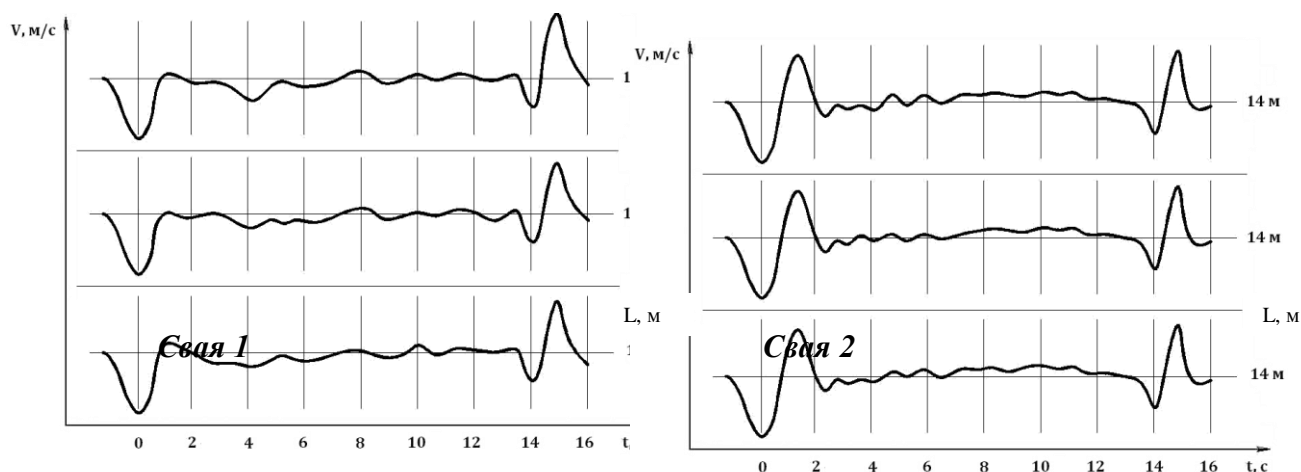


Рисунок 14 – Результаты испытания после 1 года эксплуатации моста

7.5 Другие примеры интерпретаций сигналов низкочастотных волн

Испытание сваи диаметром 0,6м, длиной 16,2м (Рисунок 15). Трещина или сужение поперечного сечения сваи на глубине 1,5м. Наличие уширения поперечного сечения сваи на глубине 3-5м. Трещина или сужение поперечного сечения сваи на глубине 7м.

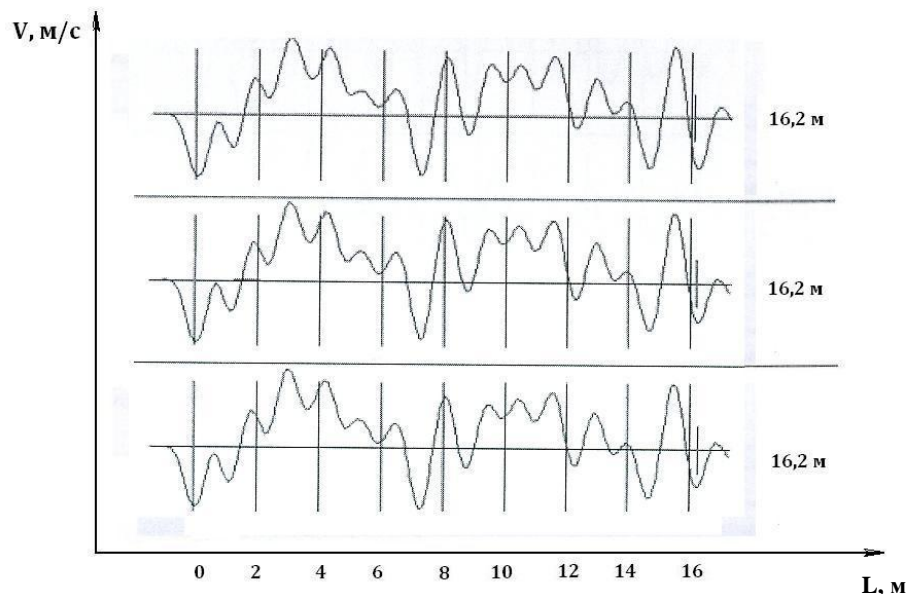


Рисунок 15 – Пример 1 интерпретации сплошности тела сваи

Испытание сваи диаметром 0,6м, длиной 14,5м (Рисунок 16). Дефектов не обнаружено.

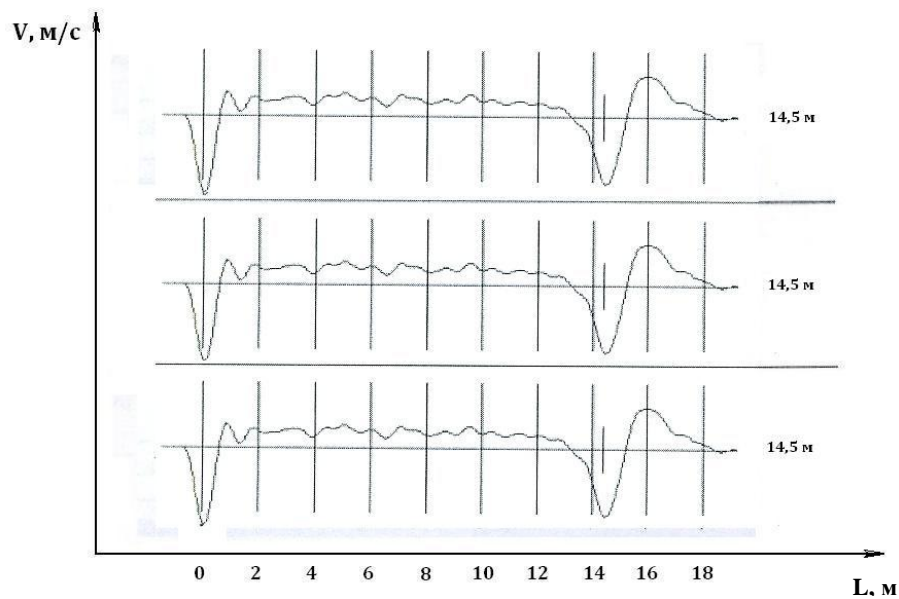


Рисунок 16 – Пример 2 интерпретации сплошности тела сваи

Испытание сваи диаметром 0,6м (Рисунок 17). Наличие трещины, сужения поперечного сечения или неоднородность материала сваи на глубине 1,75м. В результате дефекта сваи сигнал был нарушен, отражение волны не было зафиксировано.

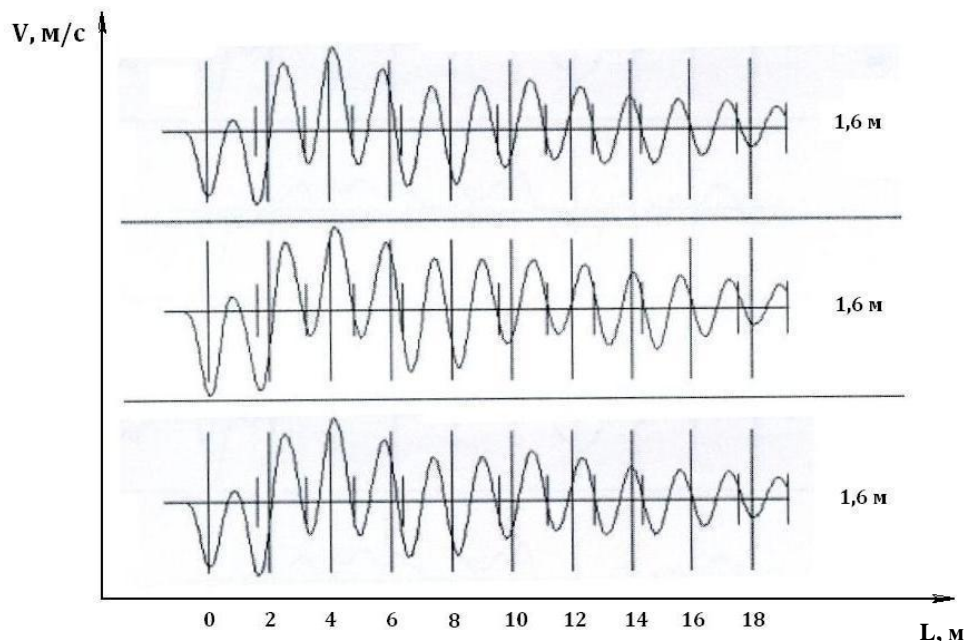


Рисунок 17 – Пример 3 интерпретации сплошности тела сваи

Испытание сваи диаметром 0,6м, длиной 16,2м (Рисунок 18). Дефектов не обнаружено. Сечение сваи не имеет отклонений.

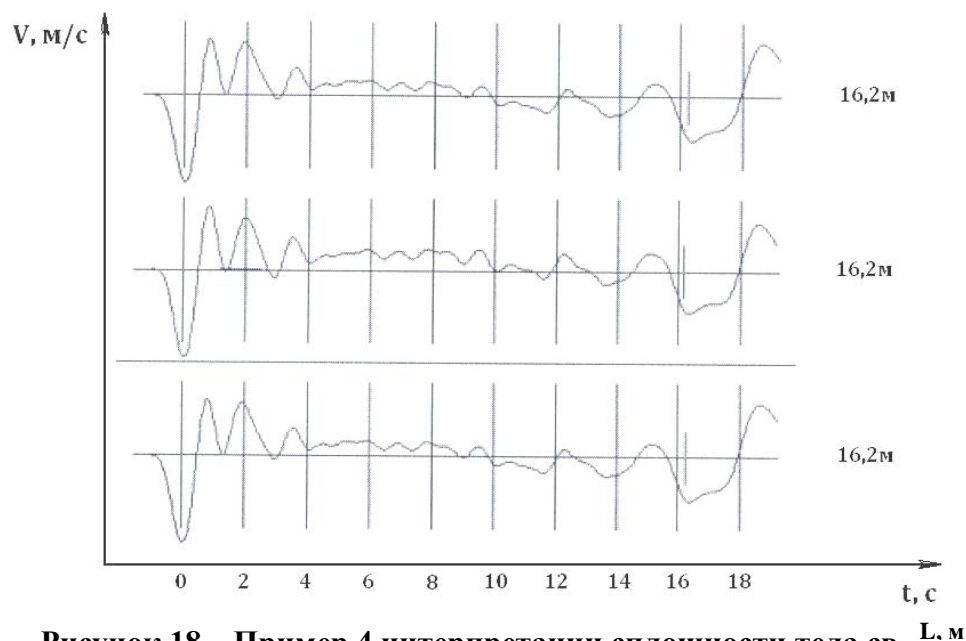


Рисунок 18 – Пример 4 интерпретации сплошности тела св....

Испытание сваи диаметром 0,6м, длиной 16м (Рисунок 19). Наличие существенной шейки (резкого сужения поперечного сечения сваи) на глубине 12м.

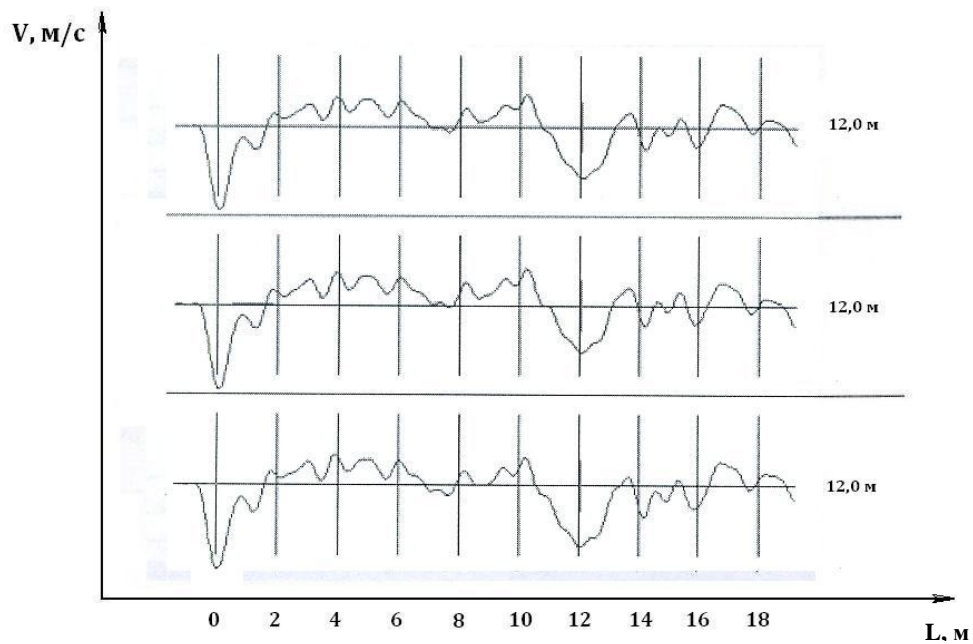


Рисунок 19 – Пример 5 интерпретации сплошности тела сваи

Испытание сваи диаметром 0,6м, длиной 12,3м (Рисунок 20). Наличие небольшой трещины на глубине 1,75м.

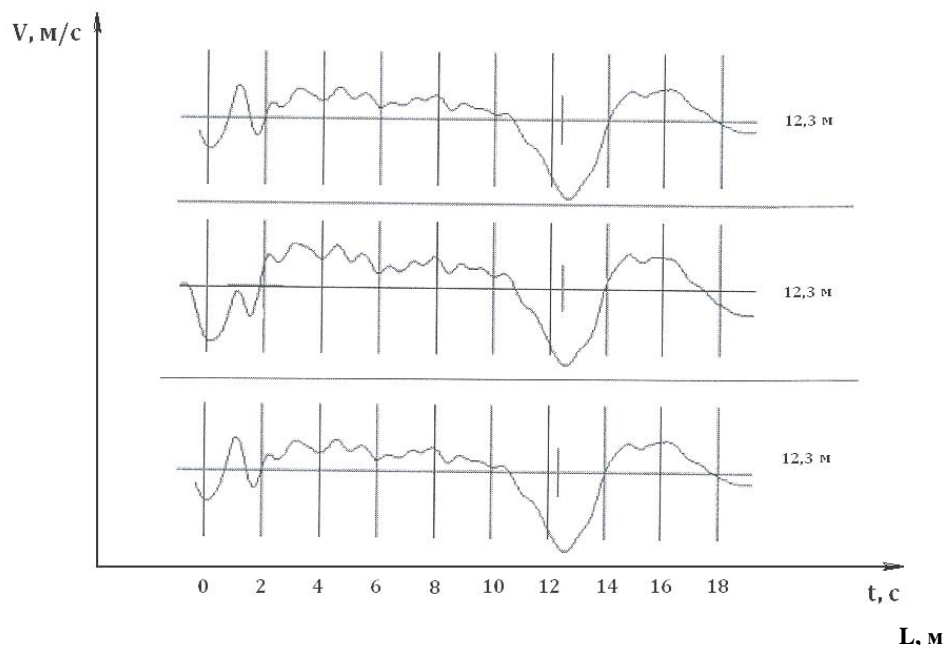


Рисунок 20 – Пример 6 интерпретации сплошности тела сваи

8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ СВАЙ

8.1. При наличии уширения сваи нет необходимости в дополнительных мероприятиях по устранению дефекта сваи.

8.2. При наличии дефекта оголовка сваи необходимо провести ряд мероприятий согласно п.п.6.4 настоящего пособия, после чего провести повторные испытания.

8.3. При наличии дефекта на небольшой глубине до 2м, можно произвести экскавацию грунта вокруг сваи для точной идентификации нарушения сплошности бетона.

8.4. При наличии инородных материалов в теле сваи, наличии трещины или сужения поперечного сечения рекомендуется:

- в зависимости от предназначения конструкции сваи и функции здания или сооружения провести контрольные испытания сваи статическими (вертикальное нагружение, горизонтальное нагружение, выдергивание) или динамическими нагрузками.
- при необходимости произвести устройство дополнительных свай вблизи сваи с нарушенной сплошностью бетона.

8.5. При значительном несоответствии длины сваи проекту рекомендуется:

- в зависимости от предназначения конструкции сваи и функции здания или сооружения провести контрольные испытания сваи статическими (вертикальное нагружение, горизонтальное нагружение, выдергивание) или динамическими нагрузками.
- провести дополнительные инженерно-геологические изыскания строительной площадки, с последующей корректировкой проектной документации.

Все мероприятия должны быть проведены с согласия проектной организации и авторского надзора.

Приложение А

(информационное)

В настоящее время существует множество различных приборов (компаний и стран производителей) для тестирования свай на сплошность, таких как: PDI (США), Profound (Нидерланды), Спектр (Россия), CHUM, PET (Англия), ZBL, CPT Tester (Китай), ITS2000 (Южная Корея) и других приборов, основанных на теории распространения звуковых высоко и низкочастотных волн в твердом теле (см. Рисунок ниже).

Программное обеспечение, для обработки сигналов испытаний может отличаться интерфейсом, вводом, обработкой и выводом данных в зависимости от компании-производителя прибора и как правило прилагается к прибору.



Приложение Б

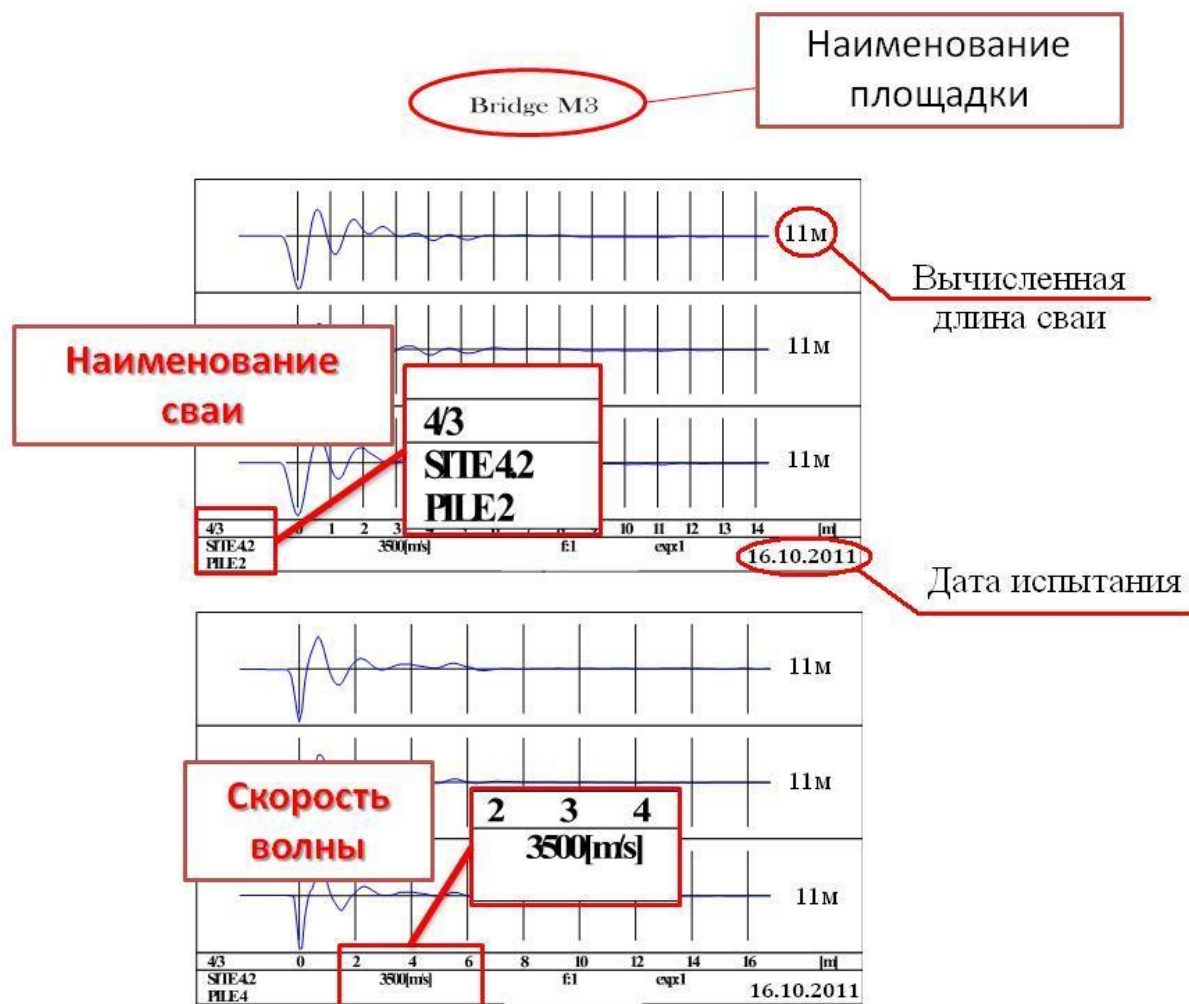
(информационное)

Образец акта испытания свай на сплошность

[illegible]

Приложение В
(информационное)

Образец рефлектограммы испытания сваи на сплошность



Приложение Г
(информационное)

Образец журнала испытаний сваи на сплошность

НАЗВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ				Дата испытания: _____
	Номер сваи	Результаты испытаний	Измеренная длина сваи, м	Примечание
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>5.5</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>2</i>	<i>5</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>9.9</i>	<i>Дефект</i>
<i>3</i>	<i>8</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>5.6</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>4</i>	<i>11</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>12.2</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>5</i>	<i>28</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4.1</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>6</i>	<i>29</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>7</i>	<i>30</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4.2</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>8</i>	<i>31</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4.1</i>	<i>Дефект</i>
<i>9</i>	<i>33</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4</i>	<i>Без дефектов</i>
<i>10</i>	<i>34</i>	<i>См. диаграмму</i>	<i>4.3</i>	<i>Без дефектов</i>
		Ответственное лицо за испытание со стороны подрядчика	Ответственное лицо за приемку работ со стороны заказчика	
Должность:				
Подпись:				
ФИО:				
Дата:				

УДК 624.131.3

МКС 93.020

Ключевые слова: сваи, тестирование, конструкция, проектирование, конструирование, технология.

ҚР НТҚ 07-02.2-2011
НТП РК 07-02.2-2011

Ресми басылым

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ**

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
НОРМАТИВТІК ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛЫ**

**ҚР НТҚ 07-02.2-2011
ҚАДАЛАРДЫ ТҮТАСТЫҚҚА ТЕСТІЛЕУДІ ӘЗІРЛЕУ**

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**НТП РК 07-02.2-2011
РАЗРАБОТКА ТЕСТИРОВАНИЯ СВАЙ НА СПЛОШНОСТЬ**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная