



## Лекция 8

# Полевые методы испытания свай

# Статические испытания свай - эталонный метод определения несущей способности сваи по грунту



Цель испытания свай статической вдавливающей и выдергивающей нагрузкой :

1) подтверждение проектного значения несущей способности свай;

2) уточнение несущей способности свай на этапе инженерно-геологических изысканий с целью оптимизации проектных решений свайного фундамента.

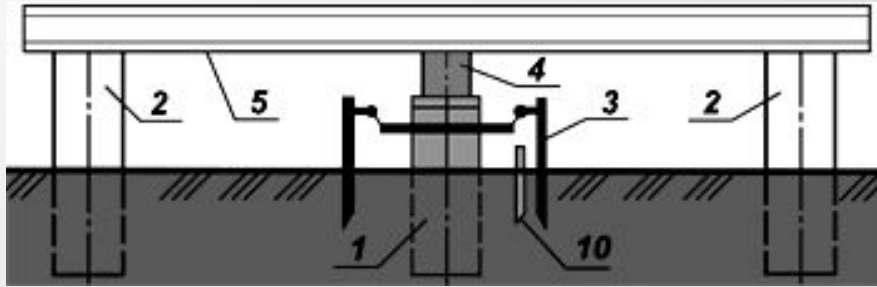




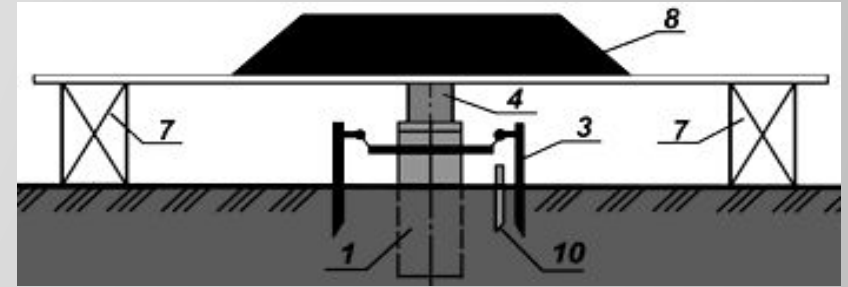
**Порядок проведения  
статических  
испытаний свай  
регламентируется  
ГОСТ 5686-2012  
«Грунты. Методы  
полевых испытаний  
сваями».**



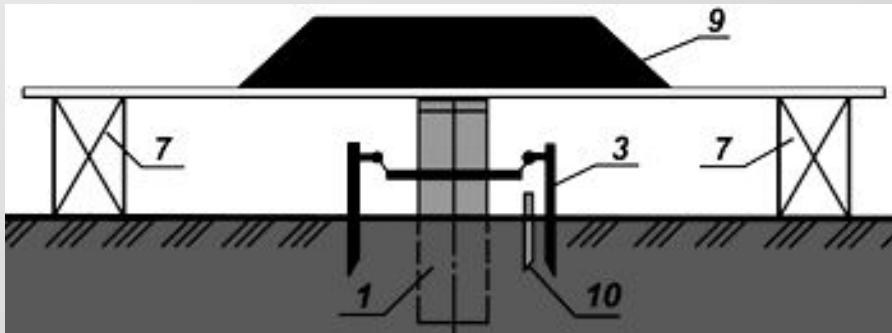
# Схемы установок для проведения статического испытания свай



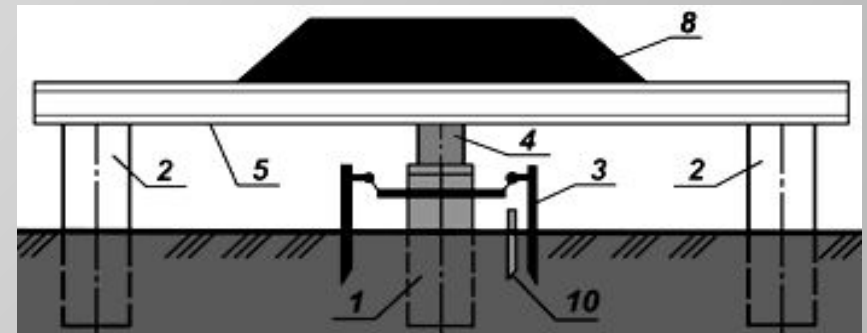
*Установка с гидравлическим домкратом, системой балок и анкерными сваями*



*Установка с грузовой платформой, служащей упором для гидравлического домкрата*



*Установка с тарированным грузом*



*Установка комбинированная*

1 - испытываемая свая, 2 - анкерная свая, 3 - реперная система с прогибомерами,  
4 - домкрат с манометром, 5 - система упоров, балок, 6 - грузовая платформа, 7 - опора, 8 - груз (упор для домкрата), 9 - тарированный груз,











**Нагружение свай производят ступенчатой нагрузкой до максимальной величины испытательной нагрузки.**

**В случае, если за последний час измерений приращение осадки не превышает 0,1 мм, осадку условно считают стабилизированной.**

**По результатам испытаний составлены графики зависимости перемещений (осадки) свай от нагрузки и изменения деформации во времени по ступеням нагружения.**

Результаты испытаний оформляются в соответствии с ГОСТ 5686-2012 в виде графиков «Осадка-нагрузка» и «Осадка-время».

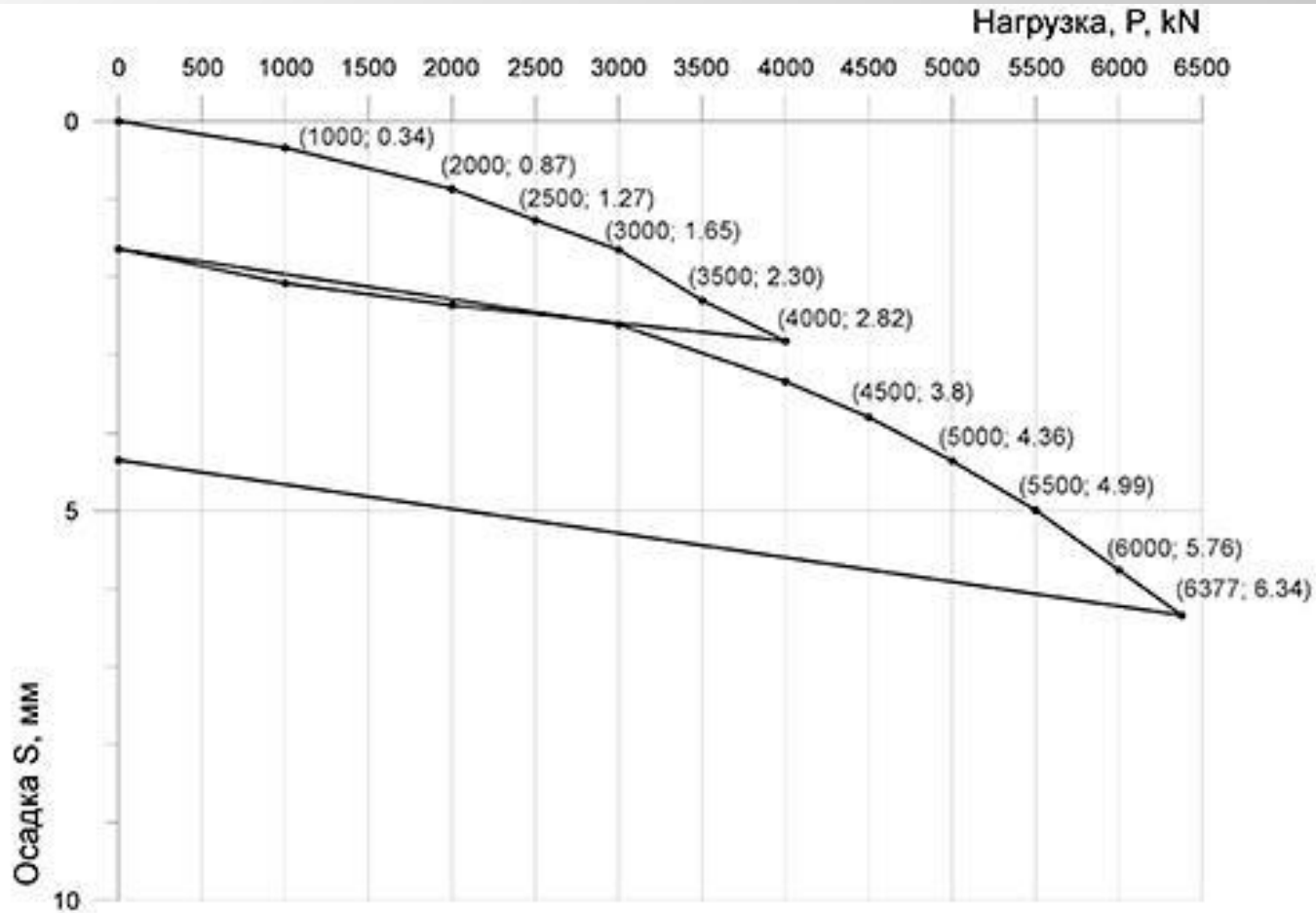


График «Осадка-нагрузка»



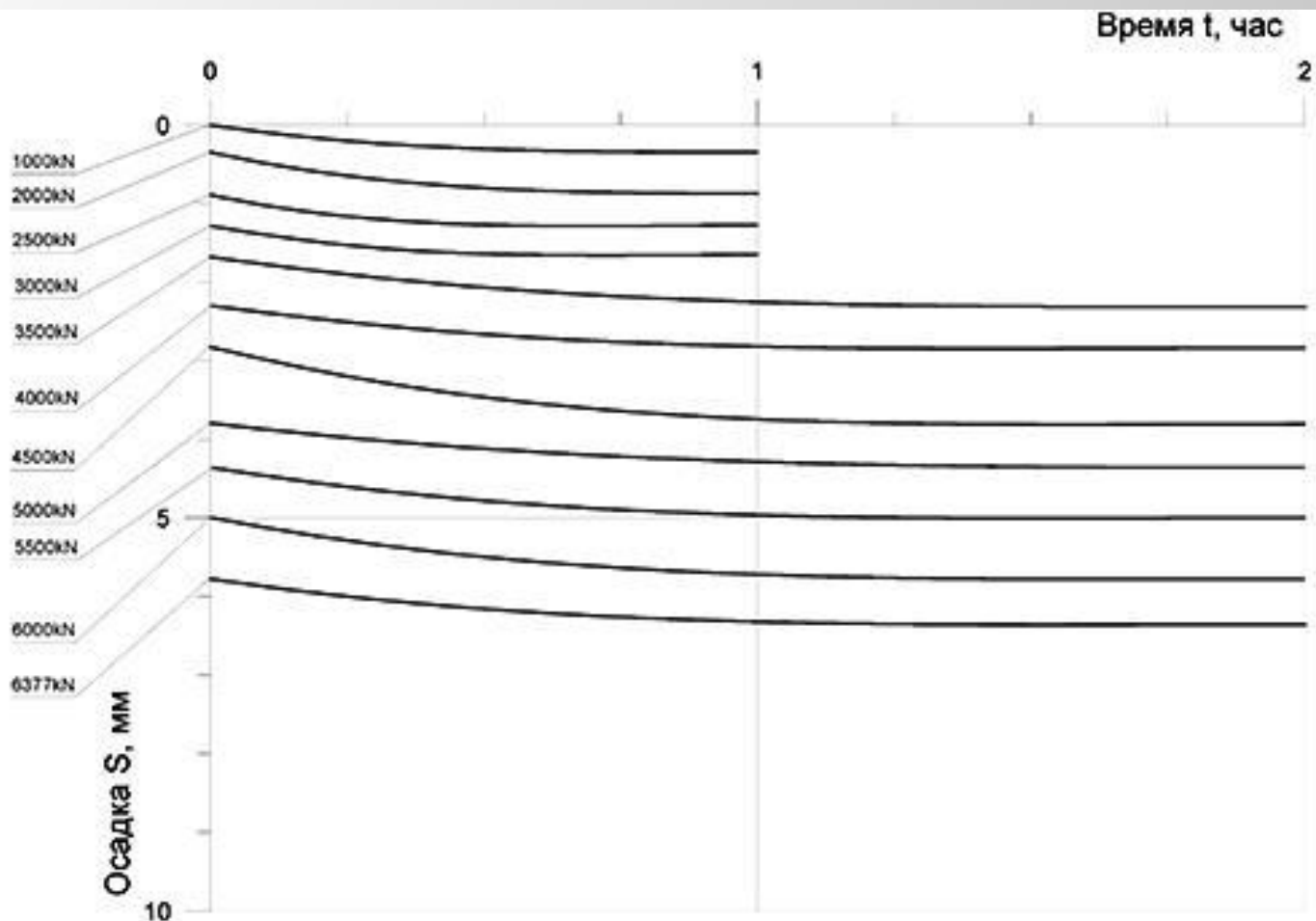
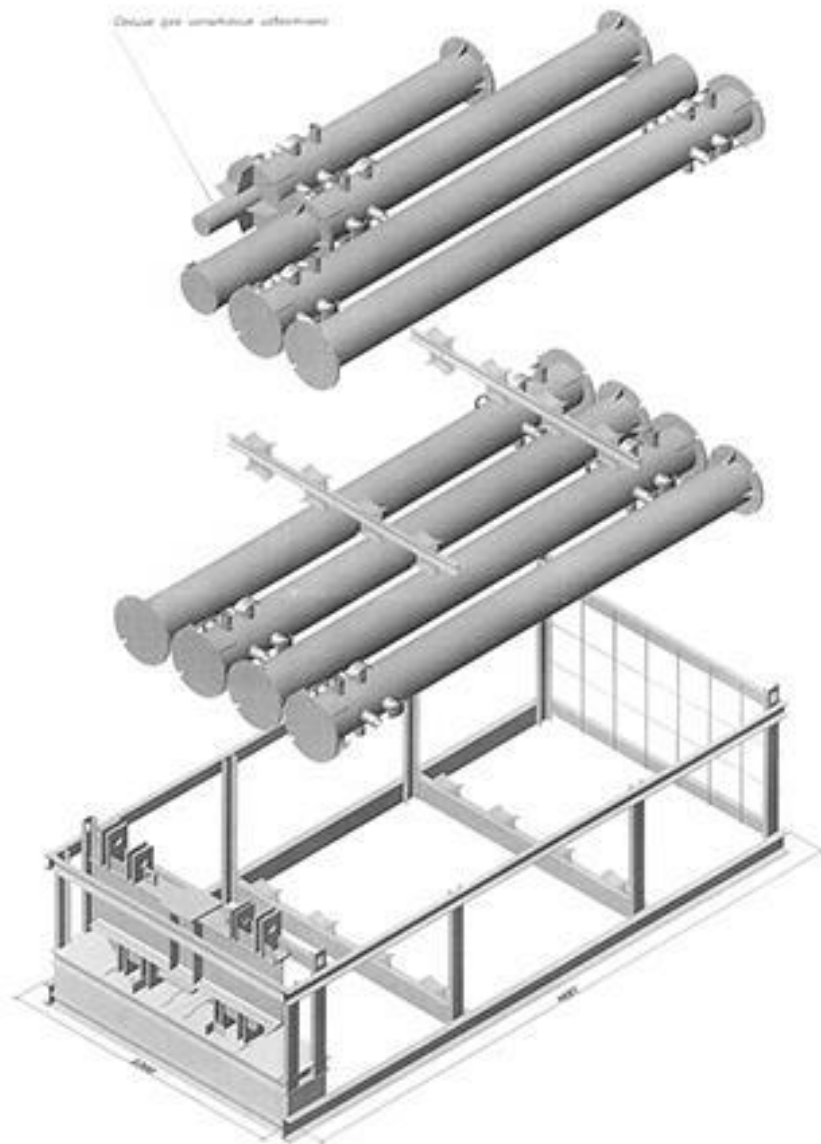


График «Осадка-время»

# Испытания грунтов штампом для оценки несущей способности грунта в основании свай



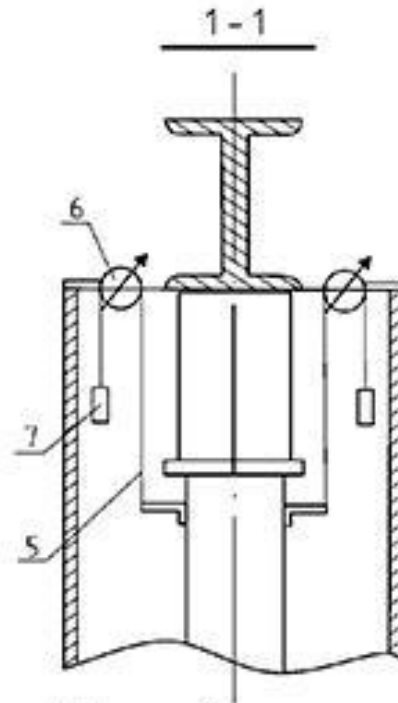
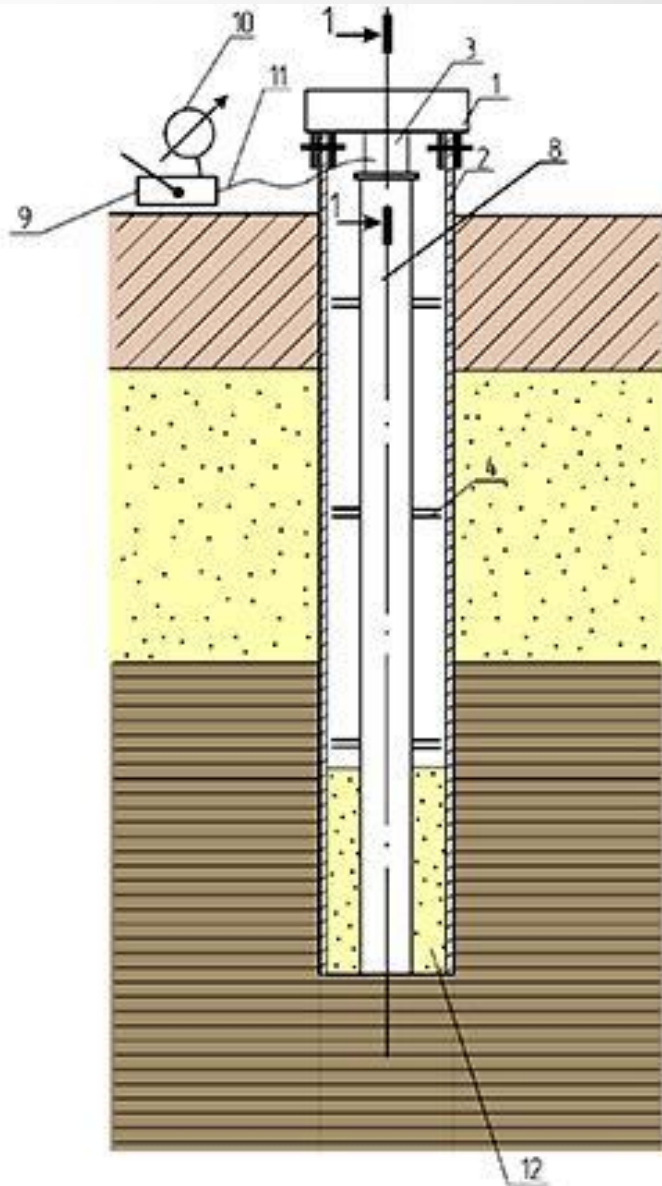
## Инвентарная конструкция штампа



В качестве штампа рекомендуется использовать стальную трубу, в нижней части которой варивается днище, являющееся штампом, а в верхней – площадка для упора гидравлического домкрата. Сама труба является штангой, передающей давление от домкрата на штамп. Площадь штампа не должна быть менее 600 см<sup>2</sup>.



**Испытания грунтов штампом производят ступенчато-возрастающей вдавливающей нагрузкой.**

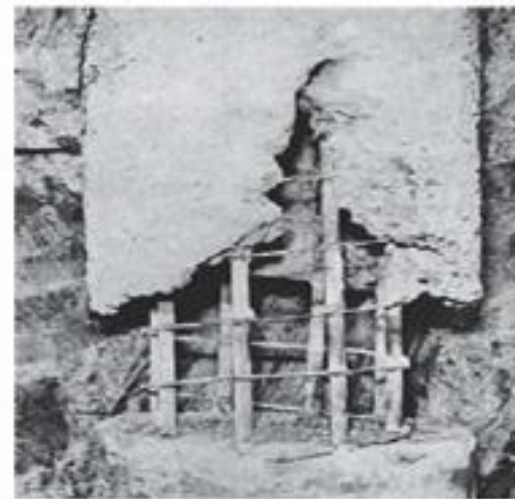


1. Упорная балка
2. Обсадная труба
3. Домкрат
4. Центратор
5. Инварная проволока
6. Прогибомер
7. Отвес
8. Штамп
9. Гидравлическая ручная станция
10. Манометр
11. Рукав высокого давления (РВД)
12. Засыпка песком

**Схема установки для испытания грунтов штампом**

**Результаты испытаний грунтов штампом оформляются в виде графиков «Осадка-нагрузка» и «Осадка-время».**

# ДЕФЕКТЫ В БНС





# ДЕФЕКТЫ В БНС





# Классификация методов неразрушающего контроля сплошности свай

- Сейсмоакустический метод («СОНИК»)
- Ультразвуковой метод («ДБС»)
- Термометрический метод («TIP»)
- Радиометрический метод («Гамма-» и «Нейтронный»)
- Электрические методы (Собственных потенциалов, сопротивлений, рефлектометрии)

# Испытания сплошности БНС методом сейсмоакустической дефектоскопии (СОНИК)

**Сейсмоакустический метод  
контроля сплошности бетона  
свай - метод  
неразрушающего экспресс-  
контроля сплошности бетона  
свай**

**позволяет обнаружить дефекты  
в сваях, составляющие не менее  
10 % от площади их поперечных  
сечений и с точностью до 5-10 %  
определить их фактическую  
длину**







**Метод  
предназначен для  
испытаний свай  
всех типов,  
независимо от  
технологии их  
устройства.**

**Основан на принципе  
акустической  
дефектоскопии –  
анализе прохождения  
и отражения в  
исследуемой  
конструкции  
акустической волны**



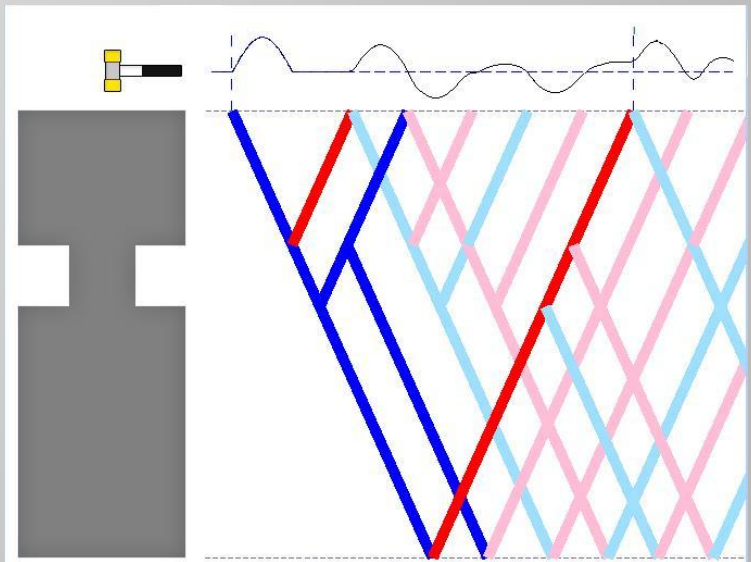




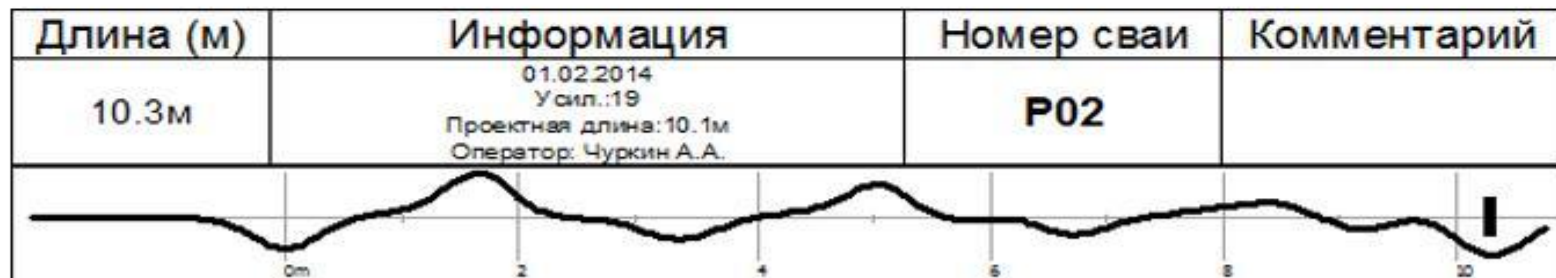
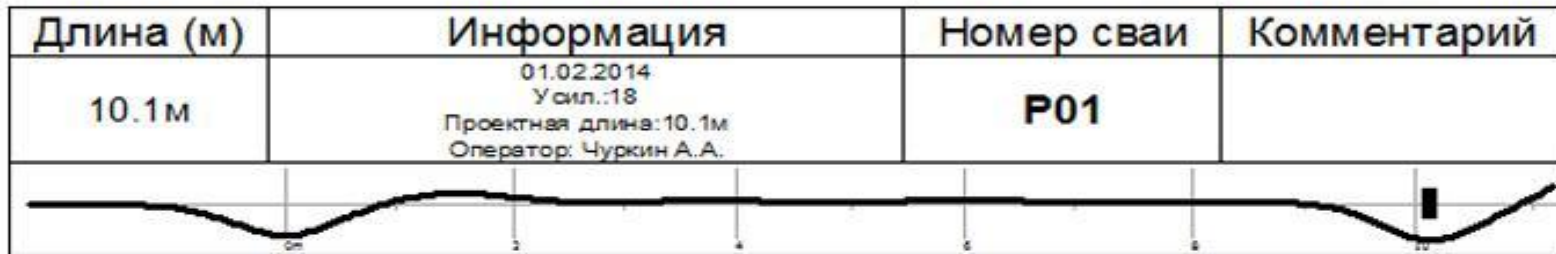
# Принцип контроля сплошности свай сейсмоакустиче ским методом

**Возбуждение акустической волны происходит в результате механического удара специального молотка по оголовку сваи, параллельно оси сваи. Возникающее при ударе возмущение распространяется по стволу сваи. От подошвы сваи и дефектов, имеющих в ней - разрывов, пустот или неоднородностей поперечного сечения, в стволе возникает отраженная волна.**

**Чем резче изменение профиля сваи, тем больше коэффициент отражения волны и тем заметней отклик на регистрирующем приборе.**



# Пример рефлектограммы для сваи без дефекта (наверху) и с дефектом (внизу)





# Контроль сплошности бетона методом ультразвуковой дефектоскопии



Метод основан на изменении скорости ультразвуковых волн в средах в зависимости от их структуры и физико-механических свойств.



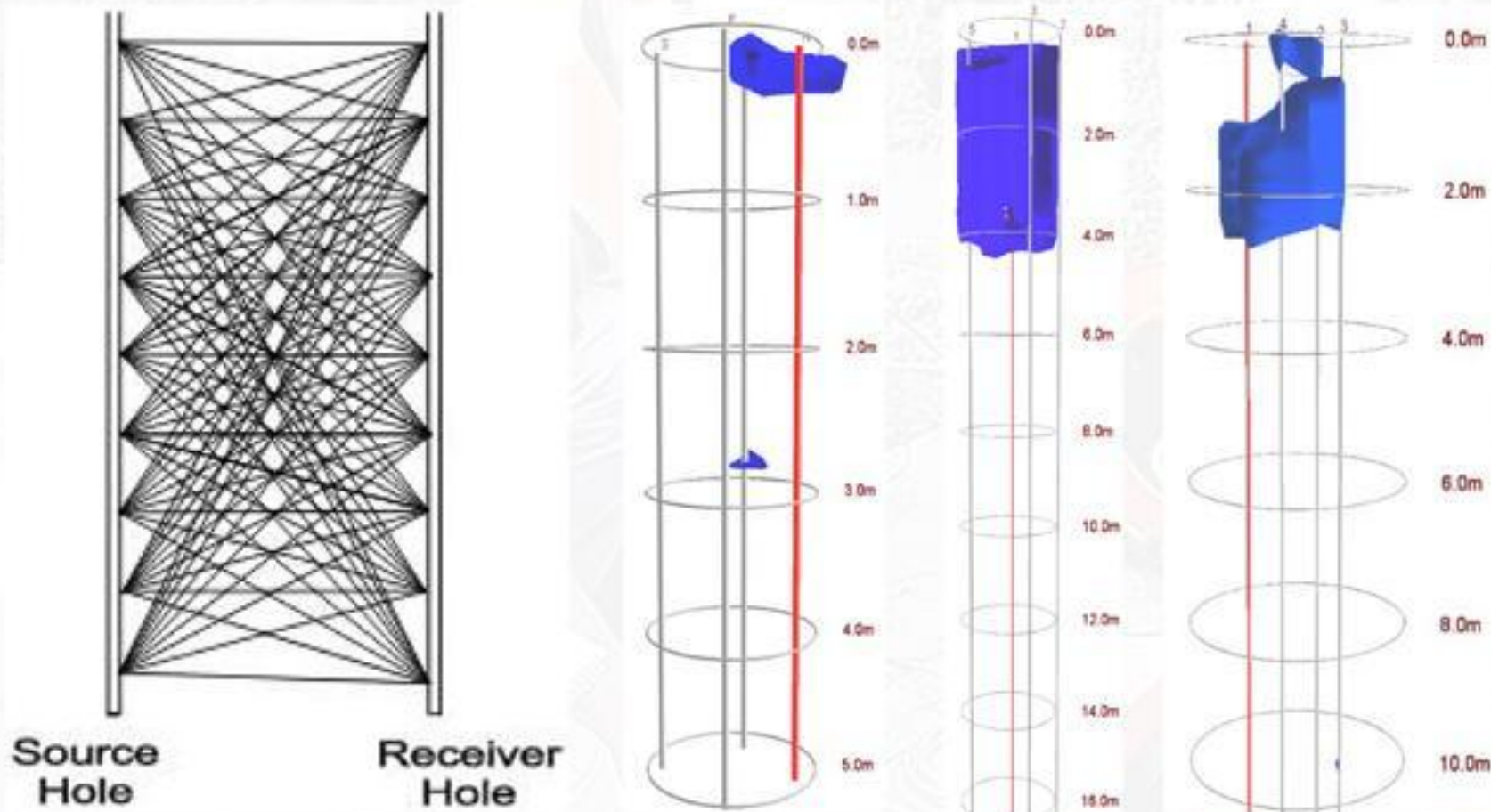


# Проведение испытаний методом ультразвуковой дефектоскопии

- Для проведения испытаний в тело сваи заблаговременно устанавливаются вертикальные металлические или пластиковые трубы доступа внутренним диаметром не менее 44 мм. Перед началом испытаний трубки должны быть проверены пробником диаметром 40 - 50 мм на полную длину и доверху заполнены водой.
- Число установленных труб доступа на объекте испытаний должно быть выбрано так, чтобы обеспечить хорошее покрытие поперечного сечения объекта испытаний. Обычно количество каналов доступа выбирают в количестве одного канала на каждые 25 - 30 см диаметра сваи, с равным шагом по окружности. Предпочтительным является наличие минимум 3-х труб доступа.
- Для объектов испытаний малого диаметра возможно проведение испытаний по методике «односважинного» прозвучивания, когда источник и приемник ультразвуковых колебаний опускаются в одну трубу доступа. Труба доступа в данном случае должна быть изготовлена из ПВХ или эквивалентного материала.



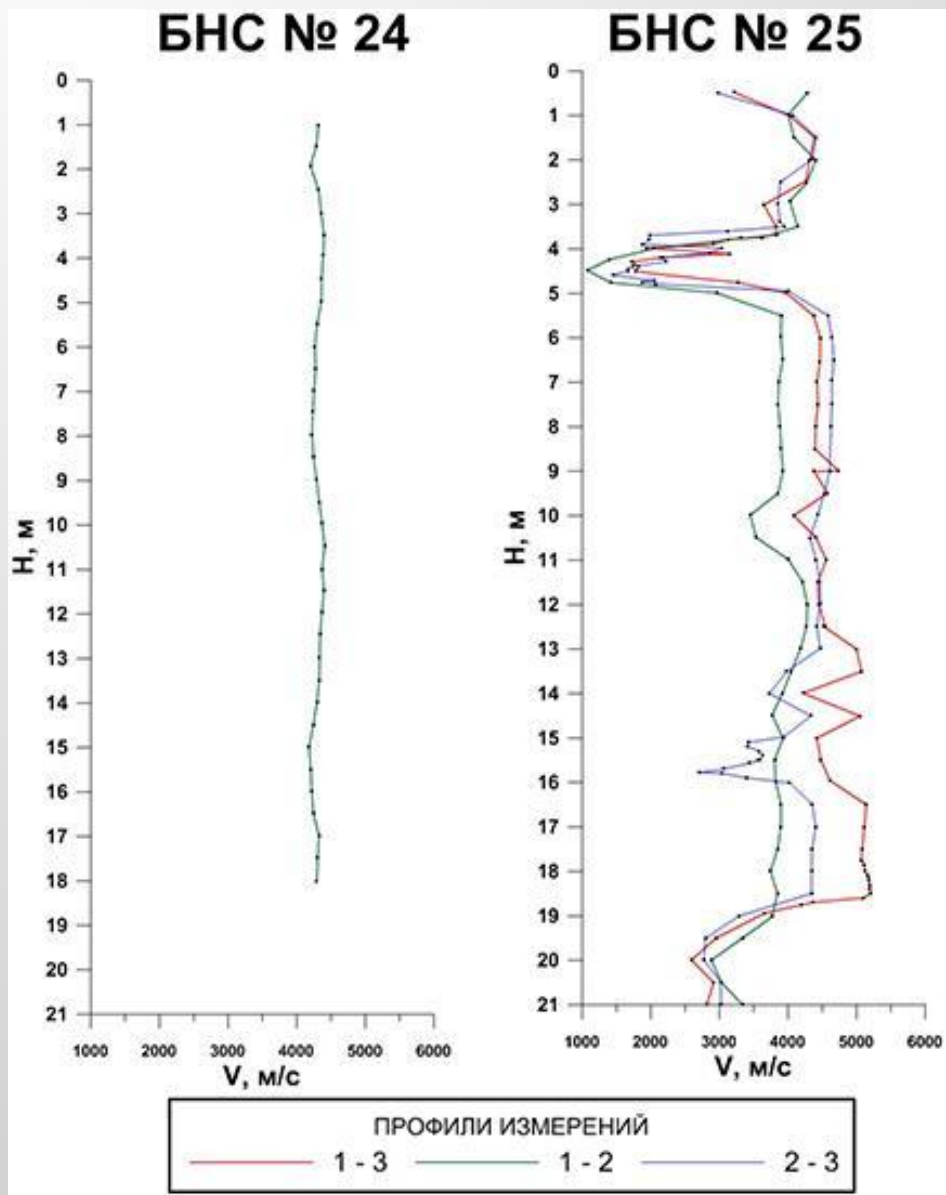
# Томографический метод регистрации и обработки данных метода ультразвуковой дефектоскопии



- Метод позволяет с хорошей точностью определять наличие слабоконтрастных изменений в теле сваи (бетон низкой прочности, смесь бетона с грунтом)
- Метод позволяет уточнять геометрические размеры дефектов



Результаты испытаний предоставляются в виде графиков изменения скорости ультразвуковых волн вдоль ствола сваи.



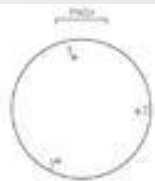
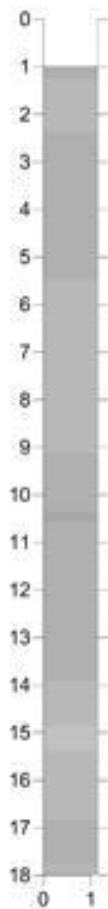
Графики изменения скорости ультразвуковых волн (м/с) по глубине сваи (м) вдоль профилей измерений для сваи с дефектом (справа) и без дефекта (слева)





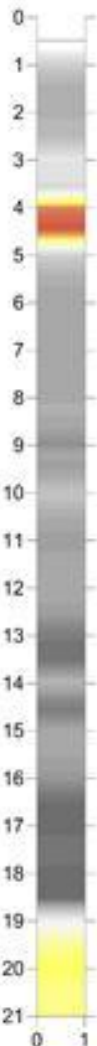
**БНС 24**

**1 – 2**

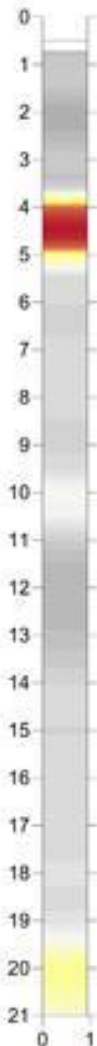


**БНС 25**

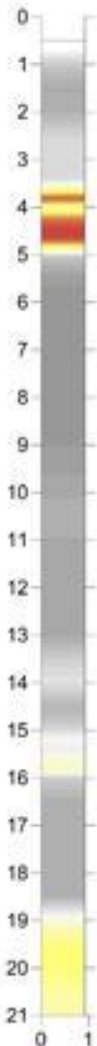
**1 – 3**



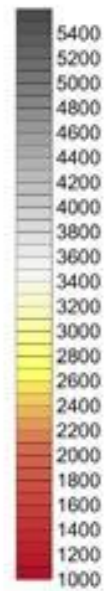
**1 – 2**



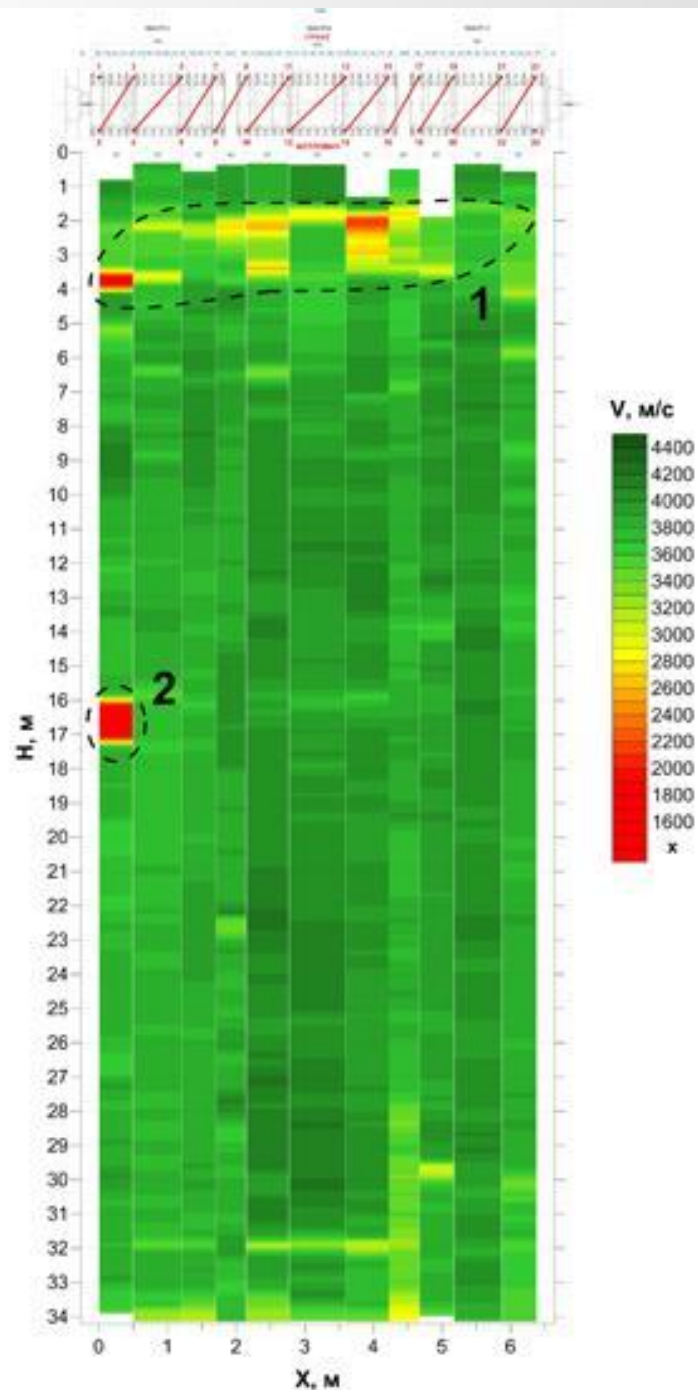
**2 – 3**



**V, м/с**



**Разрезы скорости  
ультразвуковых волн (м/с)  
от глубины (м) и базы  
измерений (м) вдоль  
профилей измерений для  
свай с дефектом справа)  
и без дефекта (слева)**



Разрез скорости  
ультразвуковых волн (м/с)  
от глубины (м) для "стены в  
грунте"

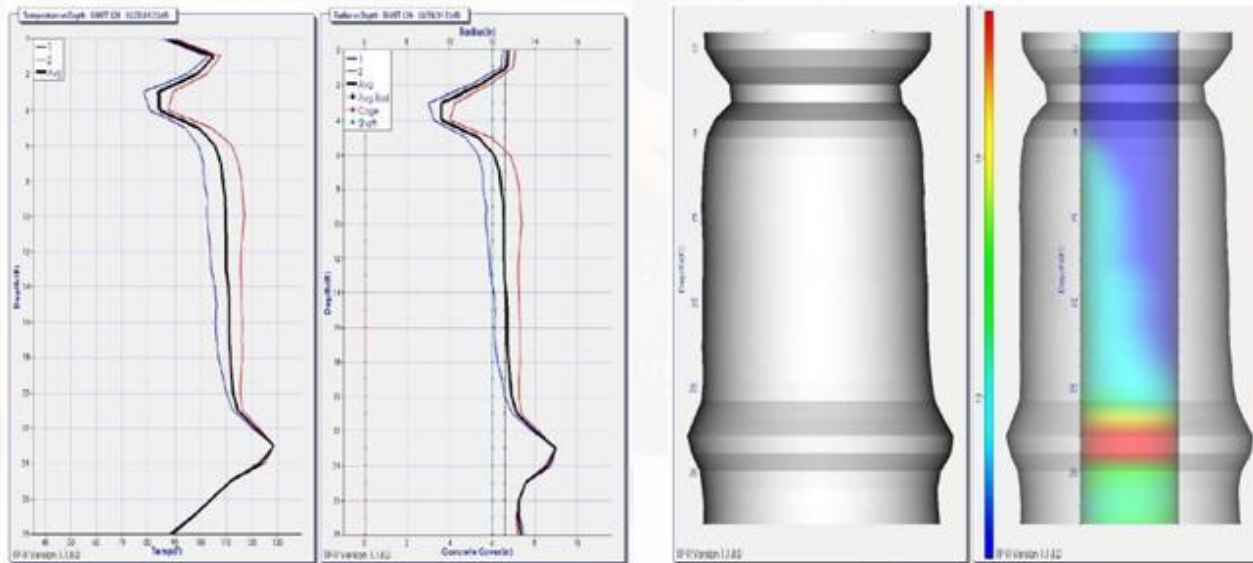


# Термометрическая дефектоскопия (направление неразрушающего контроля сплошности свайных фундаментов)

В основе метода лежит измерение температуры бетона в свае в процессе твердения бетона с помощью термометрического зонда. Метод позволяет производить контроль сплошности буронабивных свай через 24 - 36 часов после окончания бетонирования.

В процессе твердения бетона в результате экзотермической реакции гидратации цемента происходит **выделение тепла**. Количество выделяемого тепла зависит от состава бетонной смеси и количества активного материала (цемента) в исследуемой зоне. Наличие инородных включений (грунт, шламовый материал, вода), бетона с нарушенным составом, сужения ствола приводит к уменьшению количества тепла, выделяемого на исследуемом участке и, как следствие, к снижению относительной температуры на этом уровне. Наоборот, уширение ствола сваи приводит к повышению температуры в исследуемой зоне.

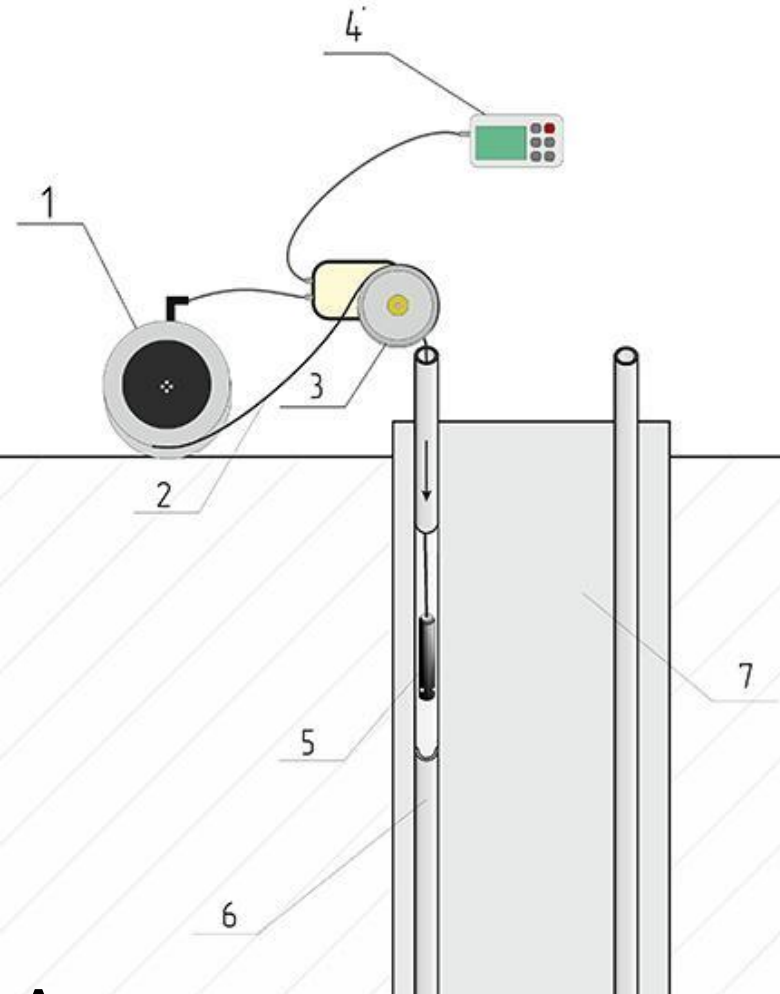
# Термометрическая дефектоскопия буровых свай



Метод предназначен для выявления следующих дефектов в буронабивных сваях :

сужений/уширений ствола, включений шламового материала, бетона пониженной прочности, смещения арматурного каркаса от продольной оси сваи , уменьшения толщины защитного слоя бетона.



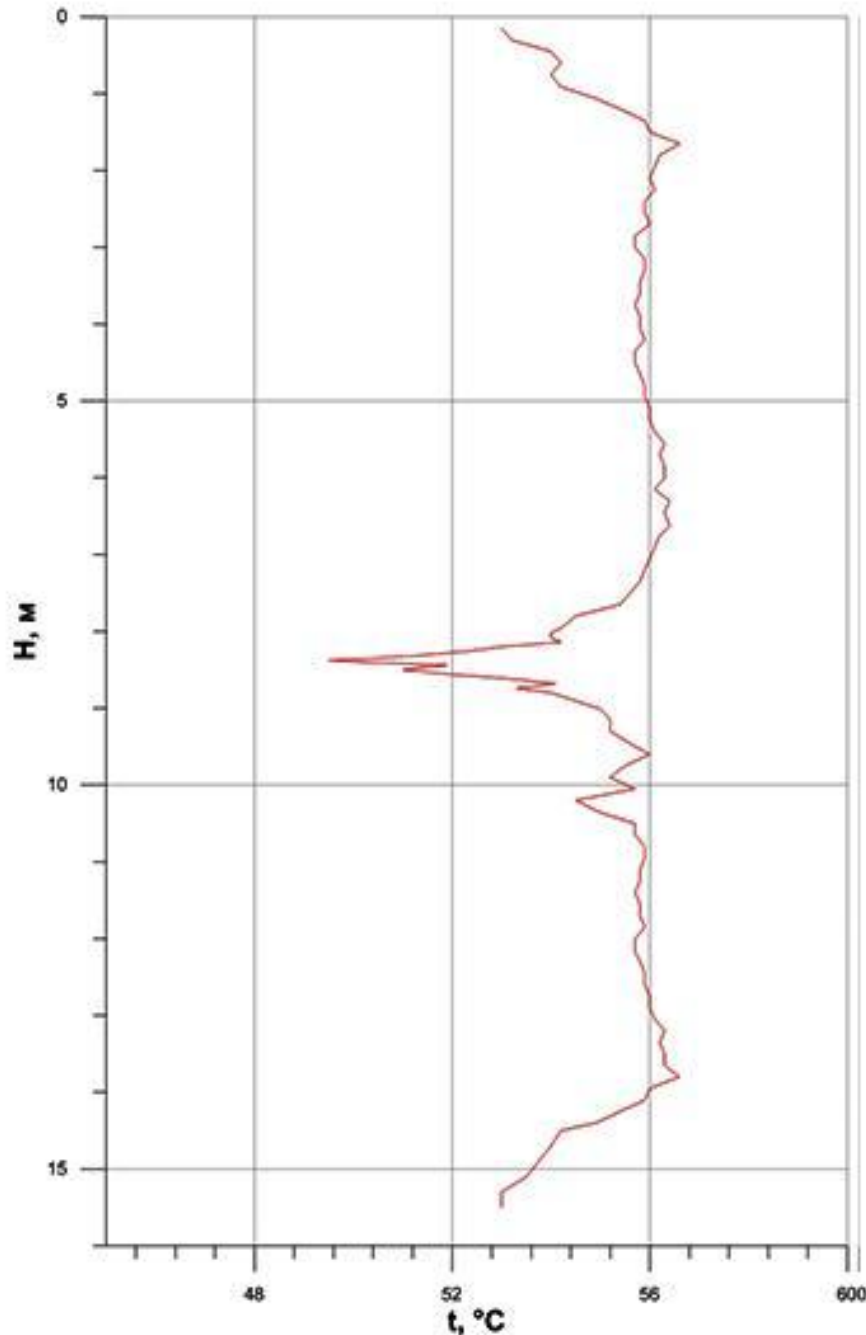


## Принцип контроля сплошности свай термометрическим методом

- 1 – катушка с кабелем;
- 2 – кабель;
- 3 – блок с датчиком положения;
- 4 – электронный блок;
- 5 – термометрический зонд;
- 6 – труба доступа;
- 7 – тело сваи.

Для проведения испытаний в тело сваи заблаговременно устанавливаются вертикальные трубы доступа внутренним диаметром не менее 50 мм. Присутствие жидкостей (воды или бентонита) в трубах доступа не допускается. Измерения температуры исследуемой конструкции производятся при опускании в трубу доступа термометрического зонда, оснащенного 4 ортогональными температурными датчиками.

График зависимости температуры от глубины



Результаты испытаний предоставляются в виде графиков изменения температуры или графиков относительного изменения профиля сваи.