

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ СВАЙ В РБ И ЗА РУБЕЖОМ

Курганов Е. Д., Русаленко Д. В.

Научный руководитель – Тронда Т. В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены неразрушающие методы контроля свай, применяемые на территории Беларуси и за рубежом, описаны их применение, а также достоинства и недостатки.

Введение

Различные методы устройства свай могут приводить к различным дефектам, таким как, наличие пустот, использование бетона низкого качества, геометрические ошибки, негативное воздействие грунтовых вод. Чтобы обеспечить качество выполнения работ производят контроль на всех этапах устройства свай. Испытания свай статическими и динамическими нагрузками являются наиболее показательными тестами, но определяют только несущую способность свай и не гарантируют качество свай как железобетонной конструкции, поэтому в международной практике стандартами предусмотрен контроль сплошности ствола свай.

Целью данной работы является анализ основных неразрушающих методов контроля свай, применяемых в Беларуси и за рубежом, описание области их применения, достоинств и недостатков на основе краткого литературного обзора.

1. Методы контроля сплошности свай, применяемые в Беларуси и за рубежом

К основным неразрушающим методам контроля сплошности бетона свай в практике строительства Беларуси относят акустические и ультразвуковые [1]. Основные методы контроля сплошности свай, применяемые в Беларуси и за рубежом, их краткое описание, преимущества и недостатки сведены в таблицу 1.

Таблица 1. – Методы контроля сплошности свай, применяемые в Беларуси и за рубежом

Название метода	Описание. Принцип проведения испытания	Преимущества	Недостатки	Применение. Страны
1. Акустический тестер свай PEG (<i>Pile Echo Tester</i>)	Акустический тестер PEG использует эхо-метод (PEM) для быстрого контроля качества свай. Данный метод основывается на теории распространения звуковых волн (высоко и низкочастотных) в твердом теле: на сваю передается серия ударных импульсов с помощью специального легкого молотка, отраженные волны улавливаются ультразвуковым датчиком, оцифровываются и анализируются акселерометром прибора. После дополнительной автоматической обработки сигналов выводится информация (рефлектограмма) о длине и сплошности тела сваи.	- анализ сплошности всех типов свай; - качество сигнала; - низкий уровень собственных шумов; - возможность проверки свай глубиной до 100 м; - независим от компьютера, подключение через Bluetooth или к USB порту ноутбука, планшета или смартфона.	- не чувствителен к одиночным дефектам и микротрещинам.	РБ, зарубежье.
2. Прибор межскважинного мониторинга <i>Cross-Hole-Analyzer</i> (CHUM)	Система межскважинного мониторинга свай CHUM контролирует сплошность бетона, заключенного между трубками, которые заранее закладываются в сваи на всю их длину для размещения в них ультразвукового преобразователя. Количество трубок зависит от площади поперечного диаметра сваи. Трубки заливаются водой или незамерзающей жидко-	- прост в использовании, легок в переноске; - альтернативные методы томографии: нечеткой логики, параметрический и 3D; - томография в режиме реального времени; - работа с любым компьютером через стандарт-	- высокая методическая погрешность измерения скорости упругой волны, малая амплитуда и высокая частота колебаний, алгоритма на границах раздела трубка-бетон и трубка-жидкость; - установка труб при устройстве свай – невоз-	РБ, зарубежье.

Продолжение таблицы 1

<p>2. Прибор межскважинного мониторинга <i>Cross-Hole-Analyzer (CHUM)</i></p>	<p>стью. Присутствие на пути волн каких-либо дефектов в бетоне уменьшает скорость прохождения ультразвукового импульса, амплитуду и изменяет форму принимаемого сигнала. Результаты интерпретируют, сравнивая обнаруженные аномалии с теми, которые были зарегистрированы в специально изготовленных опытных сваях, имевших известные типичные дефекты.</p>	<p>ный порт USB (КПК, нетбук, ноутбук, стационарный ПК); - высокая производительность контроля; - полностью автоматизированная система отчетов в формате MS Word; - высокий уровень детализации дефектов свай.</p>	<p>возможность проверить сваи, если заранее не предусмотрено устройство трубок; - нечеткое обнаружение находящихся дальше от трубок дефектов.</p>	<p>РБ, зарубежье.</p>
<p>3. Испытание на ударную целостность при низкой деформации <i>(Low Strain Pile Integrity Test)</i></p>	<p>Испытание на ударную целостность свай относится к ударным испытаниям, где реакция удара, произведенного на оголовки свай, регистрируется высокоточным прибором, преобразуется в сигнал и используется для анализа. Предполагая, что волна напряжений распространяется внутри сваи, её глубина может быть определена путем измерения промежутка времени между ударом и получением отражения от её конца, что позволяет выявить локализацию и тяжесть основных дефектов.</p>	<p>- простота проведения испытания; - быстрота проведения испытания и анализа; - невысокая стоимость.</p>	<p>- отсутствие информации о несущей способности свай; - влияние плохого качества низа свай и наличия трещин в свае на результаты испытаний; - невозможность применения на бетонных сваях с уже установленными оголовками; - контроль за изменениями в поперечном сечении свай – трудно оценить сваи с сильно изменяющимся поперечным сечением.</p>	<p>Зарубежье.</p>

4. Межскважинный акустический каротаж (<i>Crosshole Sonic Logging</i>)	Ультразвуковой межскважинный контроль или акустический каротаж (CSL) - метод измерения скорости ультразвукового импульса. Самый простой формат проведения испытания предполагает установку как минимум двух параллельных трубок внутри арматурного каркаса перед укладкой бетона. Трубки заполняются водой для обеспечения акустической связи с ультразвуковыми преобразователями. Два преобразователя (передатчик и приемник) опускаются на дно трубок. После датчики UPV (скорости ультразвукового импульса) поднимают вверх и фиксируют показания в зависимости от высоты.	- относительно простая интерпретация результатов теста; - нет ограничений по длине и диаметру сваи, на результаты не влияет изменение жесткости грунта; - возможность усовершенствования теста за счет реализации диагонального расположения датчиков, что позволит создавать двухмерные и трехмерные карты дефектов внутри сваи.	- требуется установка труб при строительстве свай; - регистрация и анализ данных могут быть дорогостоящими.	Зарубежье.
5. Профилирование термической целостности (<i>Thermal Integrity Profiling</i>)	Температурный профиль, создаваемый затвердевающим бетоном, используют для оценки однородности и целостности бетонной сваи. Существуют два альтернативных метода: с использованием термозонда, опускаемого в проходные каналы, установленные в теле сваи, или использование нескольких встроенных термодатчиков, прикрепленных к арматурному каркасу.	- возможность использования для оценки бетона за пределами стального каркаса; - данные о качестве сваи в режиме реального времени, что может сократить сроки строительства; - относительно простая интерпретация данных.	- провода и датчики могут быть повреждены при установке и укладке бетона; - изменение состава смеси может привести к отклонению от эталонного графика, даже в случае прочной бетонной сваи.	Зарубежье.

Контроль сплошности свай в Беларуси проводят такие организации, как ОДО «Интелстрой», ОАО «Буровая компания «Дельта», Экспертное коммунальное унитарное предприятие «ДИЭКОС».

Заключение

В ходе данной работы проанализированы основные неразрушающие методы контроля свай, применяемые в Беларуси и за рубежом, описаны области их применения, достоинства и недостатки.

В ходе строительно-монтажных работ целесообразно применять неразрушающие методы контроля свай, т.к. это позволяет обеспечивать качество конструкций еще в ходе строительства и предотвращать непредвиденные затраты на устранение возникших дефектов.

Литература

1. Клевцов, В. А. Применение неразрушающих методов испытаний при обследовании монолитных конструкций / В. А. Клевцов, М. Г. Коревицкая, Ю. К. Матвеев // Бетон и железобетон – 1991. – №7. – С. 1920.

2. Контроль сплошности изготовленных буронабивных свай [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bkdelta.by/ru/articles/kontrol-sploshnosti-izgotovlennyh-buronabivnyh-svai>. – Дата доступа: 09.04.2021.

3. Эхо-метод контроля качества свай РЕТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bkdelta.by/ru/quality/eho-metod-kontrolya-kachestva-svai-pet>. – Дата доступа: 09.04.2021.

4. Контроль сплошности буронабивных свай СНУМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bkdelta.by/ru/quality/gruntocementnye-svai-0>. – Дата доступа: 09.04.2021.

5. Контроль свай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geodiagnosics.ru/Controlpiles.htm>. – Дата доступа: 09.04.2021.

6. Quality Control of Drilled Shafts – Pile Integrity [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.linkedin.com/pulse/quality-control-drilled-shafts-pile-integrity-layssi-peng-phd>. – Дата доступа : 08.04.2021.

7. What is Crosshole Sonic Logging? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.fprimec.com/what-is-crosshole-sonic-logging>. – Дата доступа: 10.04.2021.

8. Standard Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

[Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.astm.org/Standards/D6026.htm>. – Дата доступа: 03.04.2021.