

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>

Russian journal of transport engineering

2020, №2, Том 7 / 2020, No 2, Vol 7 <https://t-s.today/issue-2-2020.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/13SATS220.pdf>

DOI: 10.15862/13SATS220 (<http://dx.doi.org/10.15862/13SATS220>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Скворцов Д.С., Жайсамбаев Е.А., Деревнин Д.В., Парёнкина О.А. Определение длины погруженных в грунт свай методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №2, <https://t-s.today/PDF/13SATS220.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/13SATS220

For citation:

Skvortsov D.S., Zhaisambaev E.A., Derevnin D.V., Parenkina O.A. (2020). Determination of the length of piles immersed in the soil by the method of an acoustic wave excited in a pile by impact. *Russian journal of transport engineering*, [online] 2(7). Available at: <https://t-s.today/PDF/13SATS220.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/13SATS220

УДК 69.058

ГРНТИ 67.11.29

Скворцов Дмитрий Сергеевич

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

Аспирант

E-mail: tmn.skvorcov@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=824443

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57196094749>

Жайсамбаев Еркин Аскерович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

Магистрант

E-mail: zhaysambaeverkn@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1028545

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57202306280>

Деревнин Денис Валентинович

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

Магистрант

E-mail: denis_derevnin12@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1067790

Парёнкина Олеся Алексеевна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

Бакалавр

E-mail: parenkinao@gmail.com

**Определение длины погруженных
в грунт свай методом акустической волны,
возбуждаемой в свае с помощью удара**

Аннотация. В статье авторами описывается методика определения длинны погруженных в грунт свай методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара. Авторы статьи описывают ситуацию, возникшую на одном из объектов в г. Тюмени, когда при откопке котлована было обнаружено устроенное ранее свайное поле с ростверком.

Авторы произвели обследование свайного поля с целью определения длины свай. Определение длины погруженных в грунт свай осуществлялось методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара. Определение длины сваи методом акустической волны производилось на участке от места закрепления анкера до острия сваи (L_0). Метод измерения основан на свойстве акустической волны отражаться от границ раздела сред с различным акустическим импедансом. В статье описана методика определения длины свай с дальнейшей обработкой результатов измерений. Сформулированы основные выводы по результатам проведенной работы по измерению длины сваи методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара.

Ключевые слова: нулевой цикл; строительные конструкции; свайное поле; свая; фундамент; обследование зданий и сооружений; акустическая волна; стандарт ASTM D5882; граница раздела сред; акустический импеданс; прибор Пульсар-2.1; прибор Спектр-4.3; график сигнала; граница раздела сред

С каждым годом возрастают объемы возведения зданий и сооружений. Строительство ведется как на новых осваиваемых территориях, так и на ранее разрабатываемых участках. Особое внимание и контроль необходимо производить на территориях, ранее используемых в качестве площадки строительства, так как выбор массива в качестве основания для строительства нового объекта требует полной оценки состояния самого грунта, инженерных систем и строительных конструкций, которые возможно могли ранее находиться на объекте.

Актуальность рассмотрения данной темы вызвана возникновением непредвиденной ситуации при выполнении работ нулевого цикла на одном из объектов в г. Тюмени.

При откопке котлована было обнаружено устроенное ранее свайное поле с ростверком. Застройщиком была поставлена задача о возможности использования существующего свайного поля для фундамента строящегося здания. Поиск документации на существующие строительные конструкции не увенчался успехом, данное обстоятельство вызвало необходимость обследования свайного поля с целью определения длины свай.

Определение длины, погруженных в грунт свай, осуществлялось методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара в соответствии со стандартом ASTM D5882 «Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations (Стандартный метод испытаний целостности фундамента глубокого заложения путем приложения ударной нагрузки малой интенсивности)». Метод измерения основан на свойстве акустической волны отражаться от границ раздела сред с различным акустическим импедансом.

Определение длины сваи методом акустической волны производилось на участке от места закрепления анкера до острия сваи (L_0). Принимая во внимание, что закрепление анкера выполнялось на высоте $a = 0,4$ м от подошвы ростверка и величину заделки свай в ростверк $b = 0,3$ м, итоговая длина сваи (L) определялась как сумма данных длин с длиной, определенной акустическим методом $L = L_0 + a + b$.

Акустическая волна возбуждалась в свае с помощью удара. Удар наносился по боковой поверхности сваи молотком с демпфером и датчиком силы МДС-1, установленном на анкере, закрепленном на расстоянии 0,7 метра от оголовка свай. Волна распространяется по стволу

сваи, частично отражаясь от границ раздела сред (бетон – грунт, бетон – инородное включение, трещина и т. д.). Отраженные волны возвращаются к верху сваи и регистрируются беспроводным датчиком виброускорения ДАЦ-2 (с Bluetooth/USB выходом), установленным на боковой поверхности сваи на некотором расстоянии от места нанесения удара. В датчике сигнал фиксируется акселерометром, оцифровывается и по беспроводному интерфейсу передаётся в планшетный ПК.

В планшетном ПК производится выделение и измерение временного интервала Δt между моментом удара и моментом прихода на датчик волны отражённой от границы раздела сред.

Временной интервал Δt рассчитывается по формуле:

$$\Delta t = \frac{2L}{V},$$

где:

$2L$ – путь волны от точки удара до границы отражения и обратно, м;

V – скорость распространения волны в свае, м/с.

Длина сваи, при известной скорости распространения волны, рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{V \times \Delta t}{2}$$

Измерение скорости распространения ультразвука производится прибором Пульсар-2.1, а регистрация реакции сваи на ударное воздействие прибором Спектр-4.3, который позволяет произвести анализ как во временной, так и в спектральной области.

Методика выполнения работ подразумевает выполнение по 10 измерений на каждую сваю. Характерный график сигнала реакции сваи на ударное воздействие представлен на рисунке 1.

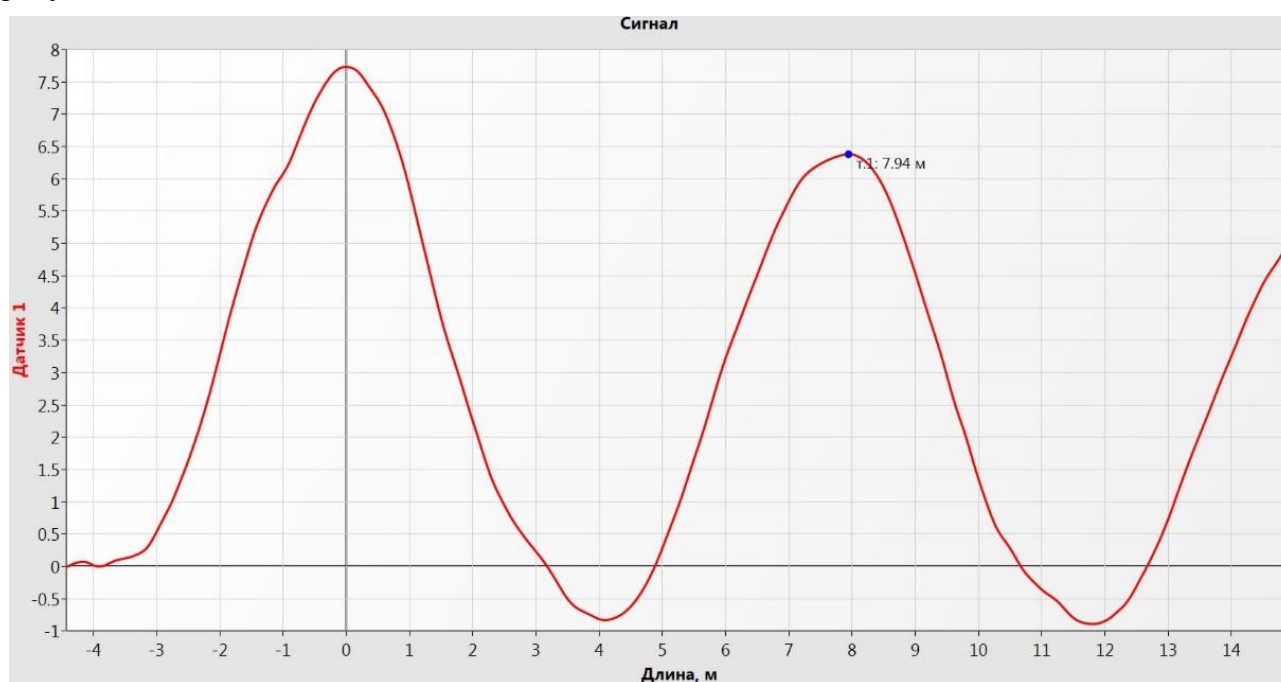


Рисунок 1. График сигнала реакции сваи № 4 на ударное воздействие (выполнено авторами)

Процесс выполнения работ по измерению длины свай представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Определение длины погруженных в грунт свай методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара (фотография выполнена авторами)

Полученные результаты измерений по 20 сваям приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений длины свай

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №1	6,98	7,27	7,41	7,06	7,09	7,62	7,85	7,12	7,65	7,65	7,37	0,31	2,41	0,74	10,00	0,04	0,10	0,22
Lн-Li	0,39	0,10	0,04	0,31	0,28	0,25	0,48	0,25	0,28	0,28								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №2	7,58	7,20	7,29	7,18	7,15	7,28	7,21	7,51	7,34	7,41	7,32	0,15	2,41	0,35	10,00	0,02	0,05	0,10
Lн-Li	0,27	0,11	0,02	0,14	0,16	0,03	0,11	0,20	0,03	0,10								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №3	7,00	7,58	7,23	7,37	7,14	7,18	7,54	7,14	7,17	7,09	7,24	0,19	2,41	0,46	10,00	0,03	0,06	0,14
Lн-Li	0,24	0,34	0,01	0,13	0,10	0,06	0,30	0,10	0,07	0,15								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №4	7,41	6,92	7,25	7,39	7,28	7,94	7,35	7,38	7,31	7,58	7,38	0,26	2,41	0,62	10,00	0,03	0,08	0,18
Lн-Li	0,03	0,46	0,13	0,01	0,10	0,56	0,03	0,00	0,07	0,20								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №5	7,54	7,33	7,34	7,50	7,37	7,51	7,41	7,56	7,14	7,25	7,40	0,14	2,41	0,33	10,00	0,02	0,04	0,10
Lн-Li	0,15	0,07	0,06	0,11	0,03	0,11	0,01	0,16	0,26	0,15								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №6	6,89	7,03	7,30	8,06	7,44	7,78	7,68	7,27	7,54	7,61	7,46	0,35	2,41	0,85	10,00	0,05	0,11	0,25
Lн-Li	0,57	0,43	0,16	0,60	0,02	0,32	0,22	0,19	0,08	0,15								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Lн, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №7	6,72	6,86	7,07	6,96	7,37	7,03	7,07	6,89	6,89	7,27	7,01	0,20	2,41	0,47	10,00	0,03	0,06	0,14
Lн-Li	0,29	0,15	0,06	0,05	0,36	0,02	0,06	0,12	0,12	0,26								
Lн-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Ln, м	S, м	v	vS	n	V	ΔD	ΔL ₀
Свая №8	6,99	7,20	7,56	6,84	7,53	6,88	7,31	7,38	6,98	7,35	7,20	0,26	2,41	0,64	10,00	0,04	0,08	0,19
Ln-Li	0,21	0,00	0,36	0,36	0,33	0,32	0,11	0,18	0,22	0,15								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №9	6,63	7,08	7,84	7,44	7,54	7,58	7,82	7,68	7,85	7,09	7,46	0,40	2,41	0,97	10,00	0,05	0,13	0,28
Ln-Li	0,83	0,38	0,39	0,01	0,09	0,13	0,37	0,23	0,40	0,37								
Ln-Li >vS	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №10	7,53	7,61	7,31	7,49	7,62	7,34	7,93	7,20	7,58	7,25	7,49	0,22	2,41	0,53	10,00	0,03	0,07	0,15
Ln-Li	0,04	0,12	0,18	0,00	0,13	0,15	0,44	0,29	0,09	0,24								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №11	7,39	7,73	7,62	7,11	7,66	7,42	7,24	7,49	7,59	7,04	7,43	0,24	2,41	0,57	10,00	0,03	0,07	0,17
Ln-Li	0,04	0,30	0,19	0,32	0,23	0,01	0,19	0,06	0,16	0,39								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №12	6,92	6,78	7,24	7,05	7,07	7,21	6,84	6,98	7,17	7,02	7,03	0,15	2,41	0,37	10,00	0,02	0,05	0,11
Ln-Li	0,11	0,25	0,21	0,02	0,04	0,18	0,19	0,05	0,14	0,01								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №13	7,36	7,60	7,84	7,94	7,18	7,49	7,66	7,56	7,69	7,56	7,59	0,22	2,41	0,53	10,00	0,03	0,07	0,15
Ln-Li	0,23	0,01	0,25	0,35	0,41	0,10	0,07	0,03	0,10	0,03								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №14	7,22	7,21	7,52	7,64	7,70	7,56	7,38	7,54	7,56	7,61	7,49	0,17	2,41	0,41	10,00	0,02	0,05	0,12
Ln-Li	0,27	0,28	0,03	0,15	0,21	0,07	0,11	0,05	0,07	0,12								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №15	7,06	7,80	7,13	7,30	7,57	7,36	7,04	7,67	7,56	7,65	7,41	0,27	2,41	0,66	10,00	0,04	0,09	0,19
Ln-Li	0,35	0,39	0,28	0,11	0,16	0,05	0,37	0,26	0,15	0,24								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №16	7,00	7,07	7,00	7,30	7,30	7,10	7,07	6,72	6,83	6,93	7,03	0,18	2,41	0,44	10,00	0,03	0,06	0,13
Ln-Li	0,03	0,04	0,03	0,27	0,27	0,07	0,04	0,31	0,20	0,10								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №17	6,94	6,94	7,28	7,04	7,35	7,13	7,35	7,42	7,05	7,28	7,18	0,18	2,41	0,43	10,00	0,02	0,06	0,13
Ln-Li	0,24	0,24	0,10	0,14	0,17	0,05	0,17	0,24	0,13	0,10								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №18	7,77	7,54	7,41	7,78	7,29	7,09	7,79	7,35	7,31	7,25	7,46	0,25	2,41	0,60	10,00	0,03	0,08	0,18
Ln-Li	0,31	0,08	0,05	0,32	0,17	0,37	0,33	0,11	0,15	0,21								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №19	6,89	6,99	6,96	7,10	7,07	6,85	7,01	7,17	7,30	7,68	7,10	0,24	2,41	0,58	10,00	0,03	0,08	0,17
Ln-Li	0,21	0,11	0,14	0,00	0,03	0,25	0,09	0,07	0,20	0,58								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Свая №20	7,54	7,38	7,42	7,52	7,03	7,44	7,43	7,53	7,81	7,64	7,47	0,20	2,41	0,48	10,00	0,03	0,06	0,14
Ln-Li	0,07	0,09	0,05	0,05	0,44	0,03	0,04	0,06	0,34	0,17								
Ln-Li >vS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								

– результат не учитывается при статистической обработке;

– результат учитывается при статистической обработке.

При обработке результатов измерений было принято во внимание то, что общее число замеров на каждую сваю составляет 10 шт., поэтому длина участков свай, определенных

акустическим методом (L_0) была определена на основании результатов статистической обработки частных значений измерений длины свай L_{0i} , полученных по данным испытаний.

Руководствуясь требованиями ГОСТ 20522-2012 (Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний) длина свай определялась при значении доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

Нормативное значение L_n принималось равное среднеарифметическому значению и вычислялось по формуле:

$$L_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{0i},$$

где:

n – число измерений;

L_{0i} – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных i -х измерений.

Для исключения возможных ошибок выполнялась статистическая проверка, оставшихся после анализа опытных данных. Исключались те частичные (максимальное или минимальное) значение L_{0i} , для которого выполняется условие:

$$|L_n - L_{0i}| > vS,$$

где:

v – статистический критерий, принимаемый в зависимости от числа испытаний свай n число по таблице Е.1, приложения Е, ГОСТ 20522-2012 (Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний):

- при количестве измерений $n = 8$, $v_8 = 2,28$;
- при количестве измерений $n = 9$, $v_9 = 2,35$;
- при количестве измерений $n = 10$, $v_{10} = 2,41$.

S – среднеквадратическое отклонение характеристики, вычисляемое по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_N - L_{0i})^2},$$

Вычисляем коэффициент вариации V по формуле:

$$V = \frac{S}{L_n},$$

Среднеквадратичная погрешность серии измерений определяется по формуле:

$$\Delta D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta N_i)^2}{n(n-1)}}.$$

$$\Delta L_i = \bar{L}_0 - L_{0i}$$

Для оценки границ доверительного интервала, воспользуемся коэффициентом Стьюдента; для надежности $\alpha = 0,95$:

- при количестве измерений $n = 8$, $t_\alpha = 2,31$;
- при количестве измерений $n = 9$, $t_\alpha = 2,26$;

- при количестве измерений $n = 10$, $t_{\alpha} = 2,23$.

Границы доверительных интервалов определяются по выражению:

$$\Delta L = t_{\alpha} \Delta D.$$

Относительная погрешность результата измерений при этом определяется по формуле:

$$\varepsilon = \left(\frac{\Delta L_0}{L_0} \right) \cdot 100\%.$$

Результаты измерений и их обработка приведены в таблице 2.

Значения длин свай (с учётом расстояния от анкера до оголовка сваи 0,7 м).

Таблица 2

Обработка результатов измерений длины свай

Номер сваи п/п	Длина $L + \Delta L_0$	Относительная погрешность $\Delta L_0 / L_n$
1	8,07 ± 0,22	2,99
2	8,02 ± 0,10	1,37
3	7,95 ± 0,14	1,93
4	8,08 ± 0,18	2,44
5	8,10 ± 0,10	1,35
6	8,16 ± 0,25	3,35
7	7,71 ± 0,14	2,00
8	7,91 ± 0,19	2,64
9	8,01 ± 0,22	3,01
10	8,11 ± 0,11	1,48
11	8,13 ± 0,17	2,29
12	7,73 ± 0,11	1,56
13	8,16 ± 0,14	1,88
14	8,19 ± 0,12	1,60
15	8,12 ± 0,19	2,56
16	7,73 ± 0,13	1,85
17	7,88 ± 0,13	1,81
18	8,16 ± 0,18	2,41
19	7,8 ± 0,17	2,39
20	8,17 ± 0,14	1,87

По измерениям длины свай методом акустической волны, возбуждаемой в свае с помощью удара, можно сделать следующее заключение:

1. Минимальная величина длины сваи была зафиксирована при определении длины сваи №7 $L = 7,71 \pm 0,14$ м с относительной погрешностью результата измерения $\varepsilon = 2,00\%$.
2. Максимальная величина длины сваи была зафиксирована при определении длины сваи №14 $L = 8,19 \pm 0,12$ м с относительной погрешностью результата измерения $\varepsilon = 1,60\%$.
3. По результатам определения длины свай и измерения размеров поперечного сечения, забитые сваи соответствуют марке С80.30.
4. По итогу проведенных работ средняя относительная погрешность результатов измерений составила $\varepsilon = 2,165\%$.

5. Определение длины свай по методике ASTM D5882 с использованием прибора Спектр-4.3 позволило получить результаты измерений с двусторонней доверительной вероятностью 0,79 и средней относительной погрешностью измерений $\varepsilon = 2,139\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нерадовский Д.Л. Методика определения длины свай в полигонных условиях // Лесной журнал. 2005. № 4. С. 101–105.
2. Капустин В.В. Применение волновых методов для определения длины свай // Технологии сейсморазведки. № 2. С. 113–117.
3. Алешин Д.Н., Котова Н.В., Алешина Е.А. Комплекс методов неразрушающего контроля для обследования фундаментов зданий // Вестник сибирского государственного индустриального университета. 2014. № 4 (10). С. 40–42.
4. Carino, N.J. The Impact-Echo Method: An Overview [Text] / N.J. Carino. – Building and Fire Research Laboratory. National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899-8611 USA, 2001.
5. Davis, A.G. Nondestructive Testing of Wood Piles [Text] / A.G. Davis // Proceeding, Second International Conference on Wood Poles and Piles; 1994, March 21–23; Fort Collins, CO.
6. Steinbach, J. Caisson Evaluation by Stress Wave Propagation Method [Text] / J. Steinbach, E. Vey // J. of the Geotechnical Engineering Division, ASCE. – 1975. – Vol. 101, GT4, April. – p. 361–378.
7. Xiping, Wang. Nondestructive Evaluation of Standing Trees with a Stress Wave Method [Text] / Xiping Wang, R.J. Ross // J. Wood and Fiber Science. – 2001. – 33(4). – p. 522–533.
8. Schubert F., Kohler B., & Pfeiffer A., 2001, Time Domain Modeling of Axisymmetric Wave Propagation in Isotropic Elastic Media with CEFIT – Cylindrical Elastodynamic Finite Integration Technique: Journal of Computational Acoustics, Vol. 9, No. 3, 1127–1146.
9. Niederleithinger E., Taffe A., & Fechner, T., 2005, Improved Parallel Seismic Technique for Foundation Assessment: SAGEEP 2005, Extended Abstracts: Atlanta, USA.
10. Niederleithinger E., 2008, Numerical simulation of low strain dynamic pile tests. Proceedings of Stresswave: Lisbon.

Skvortsov Dmitriy Sergeevich

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: tmn.skvorcov@mail.ru

Zhaisambaev Erkn Askerovich

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: zhaisambaeverkn@mail.ru

Derevnin Denis Valentinovich

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: denis_derevnin12@mail.ru

Parentkina Olesya Alekseevna

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia
E-mail: parentkinao@gmail.com

Determination of the length of piles immersed in the soil by the method of an acoustic wave excited in a pile by impact

Abstract. In the article, the authors describe the methodology for determining the length of piles according to ASTM D5882. The authors of the article describe the situation that arose at one of the sites in the city of Tyumen when, when digging a pit, a previously constructed pile field with a grillage was discovered. The authors examined the pile field in order to determine the length of the piles. The length of piles immersed in the ground was determined by the method of acoustic wave excited in a pile by impact in accordance with ASTM D5882 Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations. The measurement method is based on the property of an acoustic wave being reflected from the interfaces between media with different acoustic impedances. The article describes the methodology for determining the length of piles with further processing of the measurement results. The main conclusions are formulated based on the results of the work on measuring the length of piles by the method of an acoustic wave excited in a pile by impact.

Keywords: zero cycle; building structures; pile field; pile; foundation; inspection of buildings and structures; acoustic wave; ASTM D5882 standard; media interface; acoustic impedance; Pulsar-2.1 device; Spectrum-4.3 device; signal graph; medium interface

REFERENCES

1. Neradovskiy D.L. (2005). Methodology for determining the length of piles in polygon conditions. *Forest Journal*, 4, pp. 101–105 (in Russian).
2. Kapustin V.V. (n.d.). The use of wave methods to determine the length of piles. *Seismic technology*, 2, pp. 113–117 (in Russian).
3. Aleshin D.N., Kotova N.V., Aleshina E.A. (2014). A set of non-destructive testing methods for examining the foundations of buildings. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*, 4(10), pp. 40–42 (in Russian).
4. Carino N.J. (2001). *The Impact-Echo Method: An Overview*. United States of America: Building and Fire Research Laboratory. National Institute of Standards and Technology Gaithersburg.
5. Davis A.G. (1994). *Nondestructive Testing of Wood Piles*. Colorado: Fort Collins.
6. Steinbach J., Vey E. (1975). Caisson Evaluation by Stress Wave Propagation Method. *J. of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, (101), pp. 361–378.
7. Xiping Wang, Ross R.J. (2001). Nondestructive Evaluation of Standing Trees with a Stress Wave Method. *J. Wood and Fiber Science*, 33(4), p. 522–533.
8. Schubert F., Kohler B., Pfeiffer A. (2001). Time Domain Modeling of Axisymmetric Wave Propagation in Isotropic Elastic Media with CEFIT – Cylindrical Elastodynamic Finite Integration Technique. *Journal of Computational Acoustics*, 3(9), pp. 1127–1146.
9. Niederleithinger E., Taffe A., Fechner T. (2005). *Improved Parallel Seismic Technique for Foundation Assessment*. United States of America, Atlanta: SAGEEP 2005, Extended Abstracts.
10. Niederleithinger E. (2008). *Numerical simulation of low strain dynamic pile tests*. Lisbon: Proceedings of Stresswave.