

Вибрационные воздействия при забивке свай в условиях городской застройки

Т. Д. Волков¹, Н. А. Позднышев².

¹⁻² Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье Научная статья

Аннотация

В данной статье выявлены недостатки использования свай в условиях городской застройки и определено оптимальное решение этой проблемы. Рассмотрено влияние забивных, вибровдавливаемых, буровых и винтовых свай на близлежащие здания. Также в статье рассчитаны виброускорения, оказываемые на близлежащие здания, в особенности на их фундаменты при использовании разных механизмов погружения свай в грунт, таких как вибровдавливатель, дизельный молот, гидравлический молот и молот одиночного действия. Определены необходимые безопасные расстояния расположения строительных площадок от уже существующих зданий и сооружений. Построен график зависимости виброускорений, вызываемых разными типами механизмов забивки свай, от расстояния до строения. Выявлены преимущества технологии фундаментостроения – использования винтовых свай в условиях городской застройки.

Ключевые слова: винтовая свая; фундамент; виброускорение; вибровдавливатель; дизельный молот; городская застройка.;

Содержание

1.	Введение	35
2.	Обзор литературы	35
3.	Постановка цели и задач	35
4.	Влияние разных видов свай на близлежащие здания	35
5.	Методика	36
6.	Заключение	37

Контактный автор:

1. +7 (911) 002 6347, timonvolk@mail.ru (Волков Тимофей Дмитриевич, студент)
2. +7(921)5989146, pozdnishev97@gmail.com (Позднышев Никита Андреевич, студент)

1. Введение

В современных условиях развивающегося строительства и урбанизации расстояния между сооружениями, необходимые для безопасного возведения свайных фундаментов сокращаются. Приходится возводить свайные фундаменты в условиях плотной городской застройки, что негативно сказывается на располагающихся в непосредственной близости от строительства уже существующих зданий. На эти здания оказываются сильные вибрационные воздействия, оцениваемые с помощью виброскорости и виброускорения, что может разрушать отдельные узлы строения, такие как фундамент, перекрытия, стены, несущие колонны, о чем подробно рассказывается в иностранных источниках. [1-5] Поэтому необходимо выяснить, что вызывает эти вибрационные воздействия, и что нужно предпринимать, для безопасного строительства в условиях плотной городской застройки.

2. Обзор литературы

К сожалению, нормативных документов, регламентирующих методики расчетов деформаций существующих зданий и сооружений в зависимости от расстояния производимых строительных работ нет. [6] Единственным нормативным документом, имеющим отношение к данной проблеме, являются ТСН 50-302-2004 «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге», в которых приводятся значения допустимых деформаций для существующих зданий, но отсутствует информация о необходимых допустимых расстояниях строительства. [7]

Так же в статьях авторов Жусупбеков А.Ж., Омаров А.Р., Лукпанов Р.Е., Жукенова Г.А., Танырбергенова Г.К., проведен анализ влияния забивки свай на существующий фундамент, а именно нарушение целостности фундаментов, также, Смолин Ю.П., и Белобородов В.Н. оценил воздействие колебаний на близкорасположенные гражданские здания при погружении свай. Лютоев В.А. в издании «Вестник института геологии Коми научного центра уральского отделения РАН» определил предельно допустимые уровни вибрации при забивке свай.

3. Постановка цели и задач

Целью данной статьи является выявить недостатки использования свай в условиях городской застройки и определить оптимальное решение этой проблемы.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи:

- Рассмотреть влияние забивных, вибровдавливаемых, буровых и винтовых свай на близлежащие здания.
- Рассчитать виброускорения, оказываемые на близлежащие здания, в особенности на их фундаменты при использовании разных механизмов погружения свай в грунт.
- Определить необходимые безопасные расстояния расположения строительных площадок от уже существующих зданий и сооружений.

4. Влияние разных видов свай на близлежащие здания

На сегодняшний день наиболее широко используются забивные, вибровдавливаемые и буровые сваи. По способу погружения забивных свай в грунт выделяют следующие механизмы: дизельный молот, гидравлический молот, вибропогружатель, молот одиночного действия.

Эти механизмы вызывают вибрацию грунтов, что негативно влияет на фундаменты прилегающих зданий во время кратковременном усилении волн при нескольких ударах одновременно, также сильное усиление вибрационных воздействий происходит из-за эффекта резонанса, который происходит при использовании нескольких сваебоечных установок одновременно. [8] Была изучена также информация по данному типу воздействию в иностранных источниках. [9-13]

По методу погружения свай в грунт различают:

Забивные сваи:

Этот метод основан на приложении усилия к оголовку сваи, а именно в повторяющихся ударах по одному концу сваи, что позволяет внедрить ее в грунт.

Ну а сама установка забивной сваи выглядит следующим образом:

На месте погружения сваи сверлится калибрующая скважина, глубина которой может достигать до 1/3 длины сваи или собирается направляющая конструкции, состоящая из решетчатого каркаса.

Свая вводится в калибрующую скважину или в направляющий каркас и тщательно проверяется уровнем. [14]

В финале откалиброванная по вертикали свая вбивается в грунт при помощи сваебоечных установок.

Вибровдавливаемые сваи:

Сущность этого метода заключается в передаче на погружаемую сваю дополнительного статического давления от веса самой копровой установки. Для этого обычно используются пригрузочные лебедки и полиспасты.

Такие методы очень пагубно воздействуют на близлежащие постройки в городских условиях, поэтому на протяжении всего строительства необходимо с помощью специальных приборов оценивать уровень вибрационных воздействий. [15]

При использовании вибратора для погружения свай в условиях плотной городской застройки в близлежащих фундаментах, а также несущих конструкций зданий и сооружений возникают внутренние резонансы, появляются трещины. [16]

Возводить свайные фундаменты без учета вибрационных воздействий на прилегающие здания можно при расстояниях, приведенных в таблице 1. [17]

Таблица 1

Сооружения	Радиус зоны обследования, м	При забивке свай и шпунта		
		При забивке свай и шпунта	При вибропогружении свай-оболочек	свай шпунта
Производственные и гражданские здания с полным каркасом	25	60	35	20
Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	25	50	30	20
Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами	30	100	70	25
Высокие жесткие сооружения и дымовые трубы	25	80	50	20

5. Методика

Расчет виброскорости и виброускорений, вызываемых забивкой или вдавливанием свай.

Определим виброскорости и виброускорения вызываемые забивкой свай.

Виброскорость и виброускорение – это значение вибрации, прямо связанное с силой, вызвавшей вибрацию. Виброускорение характеризует то силовое динамическое взаимодействие, которое вызывает механизм при совершении работы. В нашем случае при забивке или вдавливании свай в грунт.

1. Определяем частоту возбуждающей силы:

$$f = \frac{n}{t},$$

где n-число ударов

t-время, с.

2. Определяем коэффициент упругого равномерного сжатия грунта G_z (опытная величина)

3. Определяем жесткость системы "механизм-свая-грунт":

$$K_z = G_z S,$$

где G_z - коэффициент упругого равномерного сжатия грунта

S-площадь поперечного сечения сваи

4. Определяем амплитуду вибросмещения фундамента прессы:

$$A_{m\phi} = \frac{F_m}{K_z - m_{\Sigma} \omega^2},$$

где F_m – возмущающая сила, Н;

K_z –жесткость системы "механизм-свая-грунт", Н/м;

m_{Σ} –масса системы "механизм-свая", кг;

ω – круговая частота возмущающей силы, s^{-1} .

5. Определяем приведенный радиус сваи и Относительное расстояние от источника вибрации до расчетной точки:

$$r_0 = \sqrt{\frac{S}{\pi}},$$

где s – поперечное сечение, м².

$$\delta = \frac{r}{r_0},$$

r – расстояние от источника вибрации до расчетной точки, м

6. Определяем амплитуду вибро смещения:

$$A_{mr} = A_{mf} \left(\frac{1}{\delta(1 + (\delta^2 - 1)^2)} + \frac{\delta^2 - 1}{(\delta^2 + 1)\sqrt{3\delta}} \right)$$

7. Определяем амплитуду виброскорости и виброускорения, а также их среднеквадратические значения:

$$v_{mr} = 2\pi f A_{mr}, \quad v = \frac{v_{mr}}{\sqrt{2}},$$

где v , v_{mr} , – соответственно среднеквадратическое и амплитудное значения виброскорости на расстоянии r от источника вибрации.

$$a_{mr} = 2\pi f v_{mr}, \quad a = \frac{a_{mr}}{\sqrt{2}},$$

где a , a_{mr} – соответственно среднеквадратическое и амплитудное значения виброускорения на расстоянии r от источника вибрации.

Рассчитаем виброускорения для основных методов забивки свай:

- дизельный молот
- вибровдавливатель
- гидромолот
- молот одиночного действия

У дизельных молотов сила удара составляет 40-165 кН, ударная же часть весит 1,8-3 тонны, частота ударов дизельных молотов составляет в среднем 300 ударов в минуту. [22]

Вибровдавливатель обладает вынуждающей силой 10-50 кН, ударной частью в 5 тонн, и частотой 24 Гц.

У гидромолотов сила удара составляет 60 кН, ударная часть весит немного больше чем у дизельных молотов 3-7 тонн, частота ударов гидромолотов, как и у дизельных составляет в среднем 300 ударов в минуту. [23]

Молоты одиночного действия имеют массу ударной части 2-6 т, число ударов в 1 мин у большинства моделей этих молотов не превышает 30. В таких молотах работа расходуется только на поднятие ударной части, которая под собственным весом падает на оголовок сваи, тем самым забивая ее в грунт.

У молотов двойного действия к собственному весу ударной части добавляется вынуждающая сила.

Для расчета выбраны средние значения параметров всех видов механизмов забивки свай в грунт. А также подобраны средние размеры свай из сортамента. Для расчетов принимаем сваи круглого сечения диаметров: 25,30,35,40,45 см и вес равный 1 тонне.

Коэффициент упругого равномерного сжатия грунта принят равным $G_z = 6.86 * 10^7$

Расчеты производились для каждого вида механизмов, учитывая разные размеры свай, приняв расстояния от источника вибрации до точки измерения равные: 10, 25, 50, 100, 150 метрам.

6. Заключение

Значения всех расчетных параметров, а также виброскорости и виброускорений для расстояния 25 метров приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Вид молота	D сваи, см	S, м ²	Частота, Гц	r, м	параметр б	Amr, м	A скорости, м	v, м/с	A ускорения, м	a, м/с ²	Средние значения, а, м/с ²
Дизельный молот	25	0,049	5	25	200	0,01001	0,3143237	0,22226	9,8697635	6,978976722	2,134334 284
	30	0,071	5	25	166,6667	0,002368	0,0743444	0,05257	2,3344133	1,65067946	
	35	0,096	5	25	142,8571	0,001327	0,0416782	0,02947	1,3086963	0,925388052	
	40	0,126	5	25	125	0,000913	0,0286533	0,02026	0,8997123	0,63619264	
	45	0,159	5	25	111,1111	0,000689	0,0216381	0,0153	0,679437	0,480434544	
Вибровдавливатель	25	0,049	24	25	200	1,51E-05	0,0022794	0,00161	0,3435491	0,24292589	0,304183 991
	30	0,071	24	25	166,6667	1,7E-05	0,0025553	0,00181	0,3851347	0,272331382	
	35	0,096	24	25	142,8571	1,88E-05	0,0028384	0,00201	0,42781	0,302507383	
	40	0,126	24	25	125	2,08E-05	0,0031373	0,00222	0,4728475	0,334353705	
	45	0,159	24	25	111,1111	2,3E-05	0,0034605	0,00245	0,5215642	0,368801597	
Гидромолот	25	0,049	5	25	200	0,004237	0,1330274	0,09406	4,1770608	2,95362803	1,315735 138
	30	0,071	5	25	166,6667	0,002972	0,0933248	0,06599	2,9303991	2,072105103	
	35	0,096	5	25	142,8571	0,001092	0,0343008	0,02425	1,077046	0,761586563	
	40	0,126	5	25	125	0,000663	0,0208198	0,01472	0,6537425	0,462265781	
	45	0,159	5	25	111,1111	0,000472	0,0148218	0,01048	0,4654038	0,329090213	
Одиночного действия	25	0,049	0,5	25	200	0,000492	0,0015461	0,00109	0,0048546	0,003432744	0,002235 416
	30	0,071	0,5	25	166,6667	0,000373	0,0011708	0,00083	0,0036763	0,002599512	
	35	0,096	0,5	25	142,8571	0,000295	0,0009265	0,00066	0,0029093	0,002057207	
	40	0,126	0,5	25	125	0,000241	0,000757	0,00054	0,002377	0,001680782	
	45	0,159	0,5	25	111,1111	0,000202	0,0006336	0,00045	0,0019896	0,001406836	

Согласно исследованиям, наименьшие вибрационные нагрузки достигаются на расстоянии 54 метра от здания. А допустимая скорость вибрации при частотах до 10 Гц составляет 5 мм/с. [24] Максимальные допустимые виброускорения для фундаментов составляют от 0,5 до 1 м/с². [25] Как видно по средним значениям виброускорений для различных размеров свай из таблицы 2, при забивке свай с использованием дизельного молота превышение происходит в два раза, также сильно превышает нормальный показатель и гидромолот. Вибровдавливатель и молот одиночного действия по создаваемым виброускорениям входят в норму, но первый все же не сильно ниже минимального значения.

Произведя те же расчеты для расстояний равных 10, 50, 100 и 150 метрам, был получен график зависимости виброускорений, вызываемых разными типами механизмов забивки свай, от расстояния до строения рис. 1. Из графика видно, что интенсивность вибраций убывает с увеличением расстояния от места забивки свай до существующих зданий.

Зависимость виброускорений, вызываемых разными типами механизмов забивки свай, от расстояния до строения

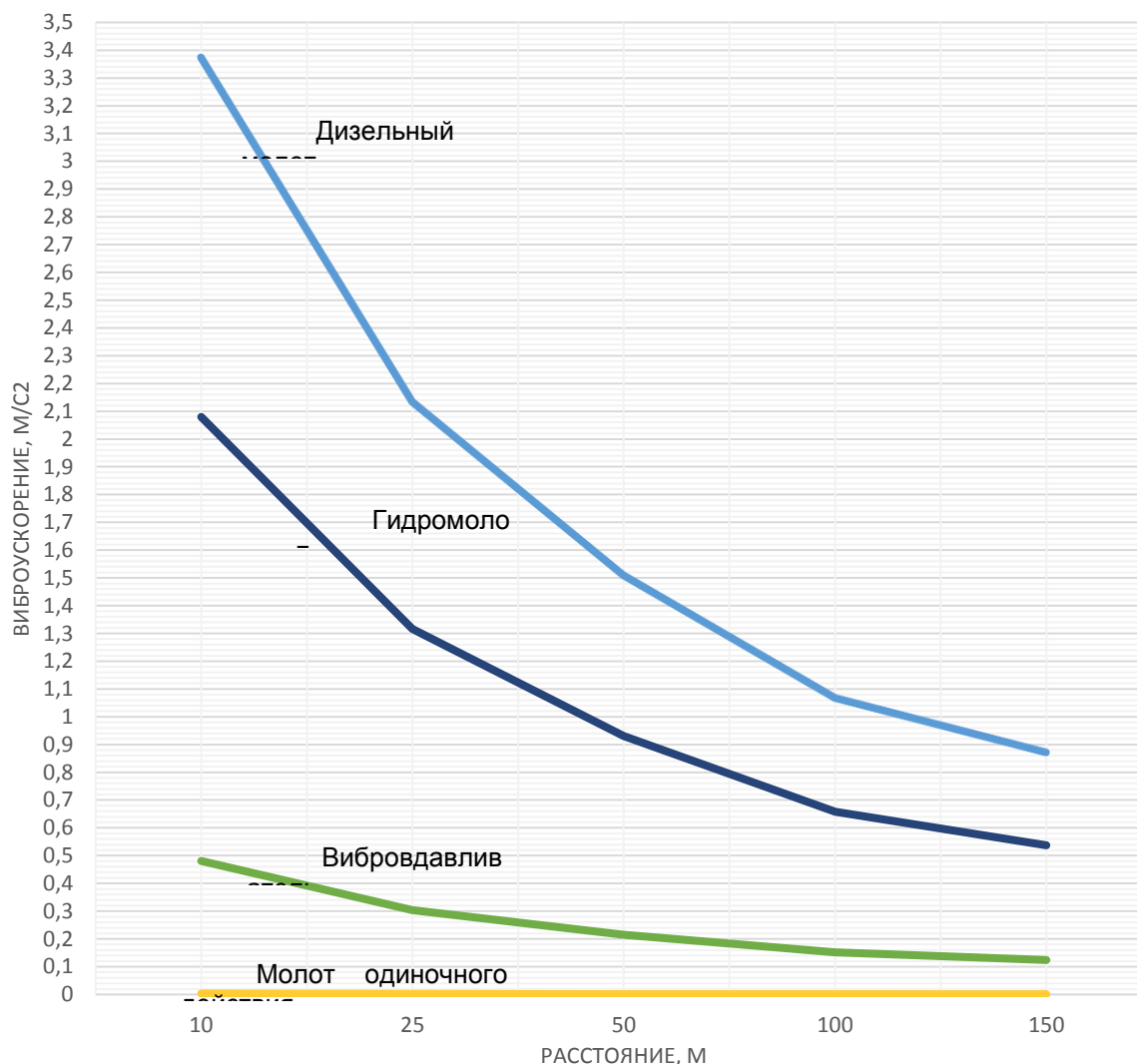


Рис. 1. Диаграмма Зависимости виброускорений, вызываемых разными типами механизмов забивки свай, от расстояния до строения

Необходимые безопасные расстояния расположения строительных площадок от уже существующих зданий и сооружений.

Из рисунка 1 видно, что при введении в грунт забивных свай с использованием дизельных молотов и гидромолотов оказываются колоссальные вибрационные воздействия, и безопасным в данном случае является располагать строительные площадки на расстояниях больших 150-200 метрам от уже существующих зданий и сооружений.

Вибровдавливатель желательно использовать на расстояниях от 25 метров, но необходимо также учесть, что при длительном воздействии вибрации, и также при резонансе, возникающем при использовании сразу нескольких сваебоечных механизмов, отдельные части здания или сооружения могут испытывать вибрационные нагрузки в 2-10 раз превышающие вибрации грунта основания. А все значения виброскорости и виброускорений рассчитаны как раз для основания, а не всего здания в целом, поэтому истинные значения виброускорений могут быть в несколько раз выше, что зависит от различных факторов.

Без каких-либо ограничений можно использовать забивные сваи при помощи молота одиночного действия, однако он мало эффективен.

У современных строительных материалов механические напряжения, соответствующие пиковому значению скорости 10 мм/с.[26]

Основные выводы

Из проведенного исследования отметим, что при помощи вибровдавливателя и молота одиночного действия можно избежать критических вибрационных нагрузок на здания при забивке свай в условиях городской застройки. Но молот одиночного действия обладает очень малой эффективностью, поэтому его использование не выгодно. Для забивки свай при помощи вибровдавливателя используется очень большое количество энергии, поэтому он экономически тоже не выгоден в использовании, а также как уже говорилось, виброускорения которые он оказывает очень близко находятся к нормальным, некритическим значениям, и если учесть, что вибрационные нагрузки на здание в целом и на отдельные его узлы в несколько раз больше чем у основания, то это делает вибровдавливатель даже опасным в условиях плотной городской застройки. Гидромолот и дельный молот безопасно использовать только на расстояниях больших 150-200 метрах от зданий и конструкций, а такие расстояния не подходят для плотной городской застройки, для которой выбирается наиболее рациональный в использовании вид свай. Как мы убедились, нельзя использовать забивные, вибровдавливаемые, и буронабивные свай. Для плотной городской застройки идеально подходят винтовые сваи, которые не оказывают никакого вибрационного воздействия на здания и конструкции не зависимо от расстояния до них.

Литература

- [1]. J.F. Wiss. Vibrations During Construction Operations, Journal of Construction Division. Proc. American Society of Civil Engineers, 100. No. CO3, pp. 239 – 246
- [2]. D.J. Martin. Ground Vibrations from Impact Pile Driving during Road Construction. Supplementary Report 544, United Kingdom Department of the Environment, Department of Transport, Transport and Road Research Laboratory, 1980.
- [3]. U.S. Environmental Protection Agency, Noise from Construction Equipment and Operations, Building Equipment and Home Appliances. NTID300.1, December 31, 1971.
- [4]. U.S. Department of Transportation, Final Environmental Impact Statement, 4(f) Statement; Replacement of Shaw's Cove Bridge and Approaches, FRA-RNC-EIS-80-02-F, September 16, 1981.
- [5]. C.F. Rosenberg and C.M. Salter, Noise of Pile Driving Equipment. Presentation at Acoustical Society of America Meeting, Washington DC, 20-22 April 1971.
- [6]. Прокопов А.Ю., Прокопова М.В. Проблемы проектирования фундаментов зданий и сооружений, возводимых в условиях плотной городской застройки // Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2008. №21. С.159-161.
- [7]. Волохов Е.М., Зеленцов С.Н., Хуцкий В.П. Проблемы нормативного и методического обеспечения оценки вредного влияния подземного строительства и мониторинга деформаций для условий Санкт-Петербурга // Записки Горного института. 2012. С.260-262.
- [8]. Лютоев В.А. Определение предельно допустимых уровней вибрации при забивке свай для инженерных сооружений // Вестник института геологии Коми научного центра уральского отделения РАН. 2008. С.15-18

References

- [1]. J.F. Wiss. Vibrations During Construction Operations, Journal of Construction Division. Proc. American Society of Civil Engineers, 100. No. CO3, pp. 239 – 246
- [2]. D.J. Martin. Ground Vibrations from Impact Pile Driving during Road Construction. Supplementary Report 544, United Kingdom Department of the Environment, Department of Transport, Transport and Road Research Laboratory, 1980.
- [3]. U.S. Environmental Protection Agency, Noise from Construction Equipment and Operations, Building Equipment and Home Appliances. NTID300.1, December 31, 1971.
- [4]. U.S. Department of Transportation, Final Environmental Impact Statement, 4(f) Statement; Replacement of Shaw's Cove Bridge and Approaches, FRA-RNC-EIS-80-02-F, September 16, 1981.
- [5]. C.F. Rosenberg and C.M. Salter, Noise of Pile Driving Equipment. Presentation at Acoustical Society of America Meeting, Washington DC, 20-22 April 1971.
- [6]. Prokopov A.Yu., Prokopova M.V. Problemy proyektirovaniya fundamentov zdaniy i sooruzheniy, vozvodimyykh v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki // Vestnik Dnepropetrovskogo natsionalnogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta. 2008. №21. S.159-161.
- [7]. Volokhov Ye.M., Zelentsov S.N., Khutskiy V.P. Problemy normativnogo i metodicheskogo obespecheniya otsenki vrednogo vliyaniya podzemnogo stroitelstva i monitoringa deformatsiy dlya usloviy Sankt-Peterburga // Zapiski Gornogo instituta. 2012. S.260-262.
- [8]. Lyutoev V.A. Opredeleniye predelno dopustimyykh urovney vibratsii pri zabivke svay dlya inzhenernykh sooruzheniy // Vestnik instituta geologii Komi nauchnogo tsentra uralskogo otdeleniya Ran. 2008. S.15-18
- [9]. Clough, G. W., Chameau, J. 1980. Measured effects of vibratory sheet pile driving. Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 106, No. GT10, pp. 1080 - 1099.

- [9]. Clough, G. W., Chameau, J. 1980. Measured effects of vibratory sheet pile driving. *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, Vol. 106, No. GT10, pp. 1080 - 1099.
- [10]. Dobry, R. Ladd, R. S., Yokel, F. Y., Chung, R. M. and Powell, D. J. 1982. Prediction of pore pressure buildup and liquefaction of sands during earthquakes by the cyclic strain method. *Building Science Series 138*, U. S. Nat. Bureau of Standards, Washington, D. C, pp.
- [11]. Holmberg, R., (Editor), 1982. *Vibrationer i samband med trafik, (Vibrations in connection with traffic)*, Bygghvetenskapliga T-skrift T43, Stockholm.
- [12]. Massarsch, K. R., Broms, B. B., 1991. *Damage Criteria for Small Amplitude Ground Vibrations*, Second International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, Missouri, March 11 - 15, 1991, No. 2, pp 1451 - 1459.
- [13]. Swedish Standard. 1999. *Vibration and shock – Guidance levels and measuring of vibrations in buildings originating from piling, sheet piling, excavating and packing to estimate permitted vibration levels*. SS 02 52 11. Swedish Institute for Standards, SIS. Stockholm 1999, 7 p.
- [14]. Несынов В.В., Кауркин М.Д., Андреев Д.О. Влияние свайного поля на сейсмические условия площадки // *Геология в развивающемся мире*. 2014. С. 37-40
- [15]. Селезнев М.Г. Обеспечение экологической безопасности при строительстве жилых зданий в районах с плотной застройкой // *Интернет-вестник волггасу*. 2010. С. 7
- [16]. Курбатский Е.Н. Использование теоремы взаимности для оценки уровней вибрации поверхности упругого полупространства от точечного источника, расположенного внутри полупространства // *Вестник Миита*. 2004. № 2. С. 93-104.
- [17]. Ковалев В.Ф., Вершинин В.П., Исофов В.О. Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки // *Винтовые Сваи, Конструкции. Журнал «Мастер Клуб»* 2002. №5/6
- [18]. Козьмодемьянский В.Г., Щерба Д.В., Гинзбург А.В., Бахронов Р.Р. Результаты изучения колебаний поверхности грунта на площадках, расположенных вблизи транспортных магистралей // *Вестник МГСУ*. 2009. №3 С.242-245.
- [19]. Смолин Ю.П., Белобородов В.Н. Воздействие колебаний на близкорасположенные гражданские здания // *Вестник сибирского государственного университета путей сообщения*. 2015. №3. С.27-32
- [20]. Моргун А.С., Тимошенко А.Э. Упругопластический анализ несущей способности системы «основание-бурабывная свая» методом граничных элементов // *Научные труды Винницкого национального технического университета*. 2008. С.1-7
- [21]. Несынов В.В., Кауркин М.Д., Андреев Д.О. Влияние свайного поля на сейсмические условия
- [10]. Dobry, R. Ladd, R. S., Yokel, F. Y., Chung, R. M. and Powell, D. J. 1982. Prediction of pore pressure buildup and liquefaction of sands during earthquakes by the cyclic strain method. *Building Science Series 138*, U. S. Nat. Bureau of Standards, Washington, D. C, pp.
- [11]. Holmberg, R., (Editor), 1982. *Vibrationer i samband med trafik, (Vibrations in connection with traffic)*, Bygghvetenskapliga T-skrift T43, Stockholm.
- [12]. Massarsch, K. R., Broms, B. B., 1991. *Damage Criteria for Small Amplitude Ground Vibrations*, Second International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, Missouri, March 11 - 15, 1991, No. 2, pp 1451 - 1459.
- [13]. Swedish Standard. 1999. *Vibration and shock – Guidance levels and measuring of vibrations in buildings originating from piling, sheet piling, excavating and packing to estimate permitted vibration levels*. SS 02 52 11. Swedish Institute for Standards, SIS. Stockholm 1999, 7 p.
- [14]. Nesynov V.V., Kaurkin M.D., Andreyev D.O. Vliyanie svaynogo polya na seysmicheskiye usloviya ploshchadki // *Geologiya v razvivayushchemsya mire*. 2014. С. 37-40
- [15]. Seleznev M.G. Obespecheniye ekologicheskoy bezopasnosti pri stroitelstve zhilykh zdaniy v rayonakh s plotnoy zastroykoy // *Internet-vestnik volggasu*. 2010. С.7
- [16]. Kurbatskiy Ye.N. Ispolzovaniye teoremy vzaimnosti dlya otsenki urovney vibratsii poverkhnosti uprugogo poluprostranstva ot tochechnogo istochnika, raspolozhennogo vnutri poluprostranstva // *Vestnik Miita*. 2004. № 2. S. 93-104.
- [17]. Kovalev V.F., Vershinin V.P., Izofov V.O. Proyektirovaniye i ustroystvo svaynykh fundamentov i shpuntovykh ograzhdeniy v usloviyakh rekonstruktsii promyshlennykh predpriyatiy i gorodskoy zastroyki // *Vintovyye Svai, Konstruktsii. Zhurnal «Master Klub»* 2002. №5/6
- [18]. Kozmodemyanskiy V.G., Shcherba D.V., Ginzburg A.V., Bakhronov R.R. Rezultaty izucheniya kolebaniy poverkhnosti grunta na ploshchadkakh, raspolozhennykh vblizi transportnykh magistraley // *Vestnik MGSU*. 2009. №3 S.242-245.
- [19]. Smolin Yu.P., Beloborodov V.N. Vozdeystviye kolebaniy na blizkoraspolozhennyye grazhdanskiye zdaniya // *Vestnik sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya*. 2015. №3. S.27-32
- [20]. Morgun A.S., Timoshenko A.E. Uprugoplasticheskiy analiz nesushchey sposobnosti sistemy “osnovaniye-buronabivnaya svaya” metodom granichnykh elementov // *Nauchnyye trudy Vinnitskogo natsionalnogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008. S.1-7
- [21]. Nesynov V.V., Kaurkin M.D., Andreyev D.O. Vliyanie svaynogo polya na seysmicheskiye usloviya ploshchadki // *Geologiya v razvivayushchemsya mire* 2014. S.37-40
- [22]. Budilov I. N., Guryev B. I., Kutusheva L. S., Lukashchuk Yu. V. Issledovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya elementov konstruktsii svayeboynogo trubchatogo dizel-molota // *Vestnik ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008, S.90-96
- [23]. Ushakov L.S. Gidravlicheskiye mashiny udarnogo deystviya. // *M: Mashinostroyeniye*. 2000. S.100-101.

- площадки // Геология в развивающемся мире 2014. С.37-40
- [22]. Будилов И. Н., Гурьев Б. И., Кутушева Л. С., Лукацук Ю. В. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов конструкции сваебойного трубчатого дизель-молота // Вестник уфимского государственного авиационного технического университета. 2008, С.90-96
- [23]. Ушаков Л.С. Гидравлические машины ударного действия. // М: Машиностроение. 2000. С.100-101.
- [24]. Жусупбеков А.Ж., Омаров А.Р., Лукпанов Р.Е., Жуkenова Г.А., Танырбергенова Г.К. Анализ влияния забивки свай на существующий фундамент (вибромониторинг) // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. 2005. С.131-138
- [25]. ВСН 490-87 Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки.
- [26]. Гост Р 52892-2007 Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию.
- [24]. Zhusupbekov A.Zh., Omarov A.R., Lukpanov R.Ye., Zhukenova G.A., Tanyrbergenova G.K. Analiz vliyaniya zabivki svay na sushchestvuyushchiy fundament (vibromonitoring) // Vestnik permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. 2005. S.131-138
- [25]. VSN 490-87 Proyektirovaniye i ustroystvo svaynykh fundamentov i shpuntovykh ograzhdeniy v usloviyakh rekonstruktsii promyshlennykh predpriyatiy i gorodskoy zastroyki.
- [26]. Gost R 52892-2007 Vibratsiya i udar. Vibratsiya zdaniy. Izmereniye vibratsii i otsenka yeye vozdeystviya na konstruktsiyu.

Волков, Т. Д., Позднышев, Н. А., Вибрационные воздействия при забивке свай в условиях городской застройки // Alfabuild. 2019. № 5 (12). С. 34-43.

Volkov, Timofey, Pozdnyshev, Nikita, Vibration exposure during pile driving in urban areas. Alfabuild. 2019. 5 (12). Pp. 34-43. (rus)

Vibration exposure during pile driving in urban areas

Timofey Volkov¹, Nikita Pozdnyshev².

¹⁻² Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info scientific article

Abstract

In this article the disadvantages of using piles in urban areas and determined the optimal solution to this problem. The influence of driven, vibration indentation, drilling and screw driving to nearby buildings. The article also calculated acceleration provided by the nearby buildings, in particular on their foundations by using different mechanisms piles dive into the ground, such as vibration indentation, diesel hammer, and hydraulic hammer and sickle single action. Moreover, to determine the necessary safety distances from the location of the construction sites of the existing buildings and structures. The schedule of dependence of vibration accelerations caused by different types of pile driving mechanisms, the distance to the building. The advantages of the technology of foundation - use screw piles in urban areas.

Keywords: screw pile; foundation; vibration acceleration; vibration indentation; diesel hammer; urban development.;

¹ Corresponding author

1. +7 (911) 002 6347, timonvolk@mail.ru (Volkov Timofey, undergraduate)

2. +7(921)5989146, pozdnishev97@gmail.com (Pozdnyshev Nikita, undergraduate)