

Н.А. Петракова, к.т.н, доцент

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка

ИССЛЕДОВАНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ, УСТРАИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ДОНЕЦК

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению несущей способности свайных фундаментов, устраиваемых методом вдавливания в условиях плотной городской застройки г. Донецк, и результаты расчета осадок данного вида фундаментов. Описана технология устройства свайных фундаментов методом вдавливания при строительстве здания детского кардиологического центра ИНВХ им. В.К. Гусака АМН Украины в г. Донецк.

Ключевые слова: свая, вдавливание свай, установка для погружения свай, экспериментальные исследования, несущая способность сваи, плотная городская застройка.

Н.О. Петракова, к.т.н, доцент

Донбаська національна академія будівництва та архітектури, м. Макіївка

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ, ЩО ВЛАШТОВУЮТЬСЯ В УМОВАХ ЩІЛЬНОЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ М. ДОНЕЦЬК

Наведено результати експериментальних досліджень з визначення несучої здатності пальових фундаментів, які влаштовуються методом вдавлювання в умовах щільної міської забудови м. Донецьк, і результати розрахунків осідань цього виду фундаментів. Описано технологію влаштування пальових фундаментів за допомогою вдавлювання під час будівництва дитячого кардіологічного центру ІНВХ ім. В.К. Гусака АМН України у м. Донецьк.

Ключові слова: паля, вдавлювання паль, установка для занурення паль, експериментальні дослідження, несуча здатність палі, щільна міська забудова.

N.A. Petrakova, Ph.D

Donbas National Academy of Building and Architecture, Makeevka

RESEARCH OF PILE FOUNDATIONS, WHICH IS BEING BUILT IN DENSE URBAN AREAS IN DONETSK CITY

The results of experimental research for determination of the bearing capacity of pile foundation, organized by indentation in the dense urban areas of Donetsk and the results of the calculation of this type of foundations settlements. The technology of pile foundations indentation in the construction of the building of children's cardiology center Gusak Academy of Medical Sciences of Ukraine in Donetsk.

Keywords: pile, indentation piles, installation for pressing piles, experimental research, bearing capacity of pile foundation, the dense urban area.

Введение. В условиях активного роста городского населения на территории Украины и связанной с этим потребности в увеличении количества объектов городской инфраструктуры возникает необходимость освоения земляных ресурсов, расположенных в местах плотной городской застройки. При проведении строительных работ в данных условиях необходимо учитывать следующие факторы:

1. При возведении новых объектов административно-бытового назначения необходимо максимально снизить влияние на прилегающую территорию и существующие объекты.

2. При реконструкции существующих зданий и сооружений следует обеспечить безаварийность проведения работ, надежность реконструируемых фундаментов и минимальные деформации как реконструируемых фундаментов, так и прилегающих объектов.

В связи с этим возникает необходимость разработки и внедрения новых технологий возведения различных видов фундаментов, которые обеспечат соблюдение всех этих требований.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Решению проблемы строительства в стесненных условиях городской застройки на территории Украины посвящены работы ряда авторов [5 – 8]. В них представлены результаты исследований влияния возводимых фундаментов на существующие объекты, приведены различные технологии возведения фундаментов в условиях плотной городской застройки, а также различные конструкции фундаментов, применяемые при реконструкции зданий и сооружений в данных условиях. Одним из наиболее важных аспектов исследований является максимальное исключение влияния нового строительства на окружающую среду в целом. В 2008 году на территории Украины был введен в действие нормативный документ [3], в котором регламентируются все необходимые требования по проведению инженерно-геологических изысканий в данных условиях, организации и выполнению строительно-монтажных работ, мониторингу прилегающей территории и возводимого объекта. Необходимость разработки подобного нормативного документа была связана с увеличением количества аварийных ситуаций при строительстве в условиях плотной городской застройки.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. При применении свайных фундаментов в условиях плотной городской застройки важным аспектом является проведение статических испытаний, по результатам которых представляется возможным более точно определить несущую способность каждой сваи из состава свайного поля. Появляется также возможность оценить количественно деформации, возникающие при возведении новых зданий и сооружений и оценить их влияние на существующие объекты инфраструктуры. Так как процесс устройства свайных фундаментов может вызвать дополнительные деформации основания существующих зданий, необходимо применять конструктивные схемы, позволяющие значительно снизить это влияние. Важно и применение технологических процессов, которые будут способствовать снижению этого влияния.

Целью работы является представление результатов экспериментальных исследований несущей способности свай, устраиваемых методом вдавливания, в условиях плотной городской застройки г. Донецк.

Основной материал и результаты. Объектом исследований является здание детского кардиологического центра ИНВХ им. В.К. Гусака АМН Украины в г. Донецк. Площадка проектируемой пристройки находится в Ленинском районе г. Донецк по ул. Профессоров Богославских. Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства ИНВХ им. В.К.Гусака АМН Украины в г. Донецке выполнены ООО «Строительные изыскания» (г. Донецк) в апреле 2010 года и представлены в отчете об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства [9]. Инженерно-геологический разрез представлен на рис. 1.

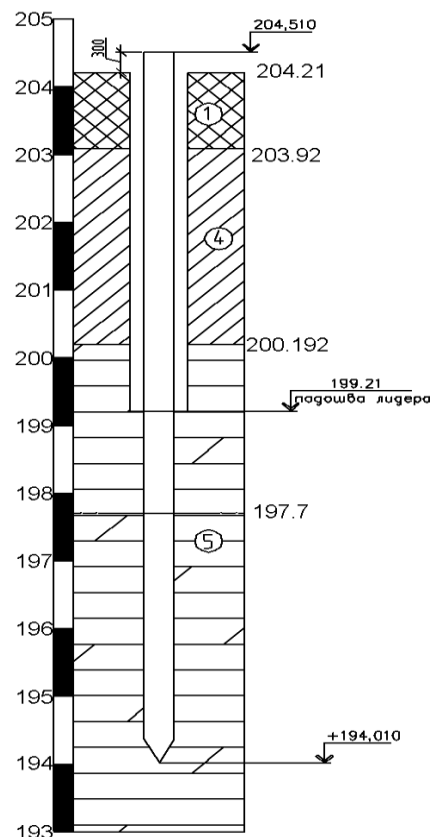


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез по свае № 77

Строящееся здание кардиологического центра находится в непосредственной близости к существующему зданию хирургического корпуса. В связи с этим применение технологии забивки свай является невозможным, в связи с возникновением значительных динамических воздействий на существующее здание в процессе устройства свайных фундаментов. Применение буровых свай в данном случае экономически нецелесообразно из-за низкой несущей способности таких свай по грунту. В связи с этим, был применен относительно новый для Донецкой области метод – метод вдавливания свай. Суть его заключается в том, что сваевдавляющая установка СО-450 (рис. 2) погружает сваю в грунт путем ее вдавливания статической нагрузкой со скоростью до 50 мм/с и максимальным усилием вдавливания до 180 т.



Рис. 2. Общий вид установки СО-450

На площадке строительства предполагалось вдавливать сваи сечением 350x350 мм и длиной 15 м.

Испытания свай статическими вдавливающими нагрузками проводились с учетом требований норм [1] и межгосударственного стандарта [4].

На рисунке 3 приведена схема расположения испытываемых свай на площадке строительства кардиологического центра.

В состав установок для испытания грунтов сваями статическими вдавливающими нагрузками входит:

- устройство для нагружения свай (домкрат);
- опорная конструкция для восприятия реактивных сил (сваевдавливательная машина с грузами);
- устройство для измерения перемещений свай в процессе испытаний (реперная система с измерительными приборами, рис. 4).

Общий вид площадки испытания свайных фундаментов статической вдавливающей нагрузкой приведен на рисунке 5.

Для измерения перемещений свай использовались прогибомеры 6 ПАО ЛИСИ с ценой деления 0,01 мм.

Количество приборов, устанавливаемых на свае, – 4 шт. Все приборы, используемые для измерения перемещений свай и нагрузок, были протарированы и поверены.

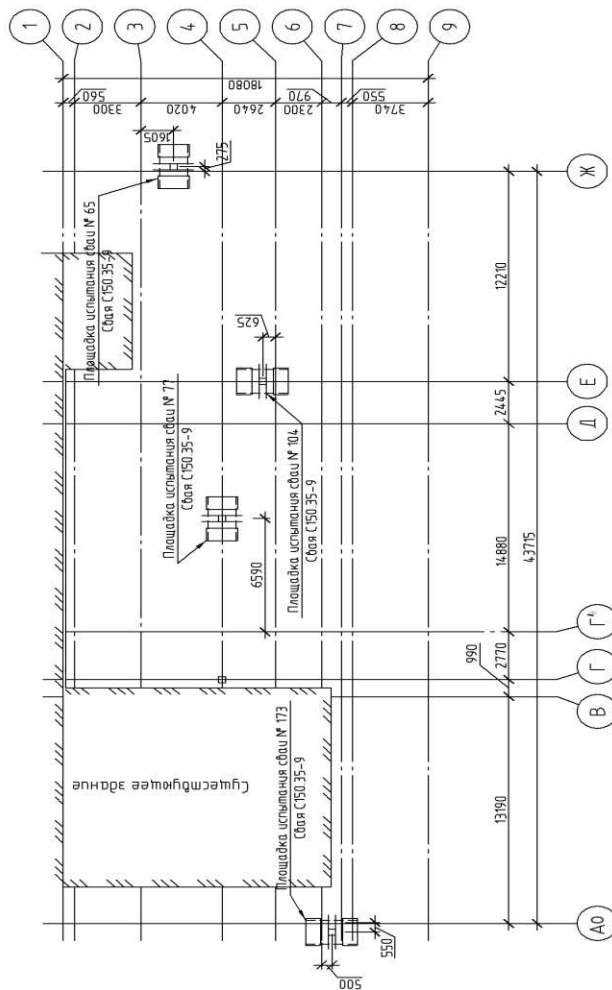


Рис. 3. Схема расположения испытываемых свай на площадке строительства кардиологического центра



Рис. 4. Реперная система с измерительными приборами



Рис. 5. Площадка испытания сваи № 104

При испытании свай № 77 и № 104 нагружение проводилось сваедавливающей установкой СО-450. Установленный между испытываемой сваем и нагружающим элементом домкрат с манометром использовался как измерительный прибор для измерения вдавливающей силы. Сваи ИС-77, ИС-104 были пробными, результаты используются для оценки деформационных свойств грунтов и корректировки программы испытания для следующих свай.

Сваи № 65 и №173 нагружались домкратом грузоподъемностью 200 тс, сваедавливающая машина использовалась как опорная конструкция, воспринимающая реактивные силы.

Как критерий условной стабилизации деформации при испытании свай вдавливающими нагрузками принята скорость осадки сваи на данной ступени нагружения, не превышающая 0,1 мм за последние 60 минут наблюдений. Ввиду необходимости уменьшения времени испытаний, стабилизация свай оценивалась по 15-минутным временным отрезкам.

По результатам расчетов при осадке свайного фундамента 25 мм, расположенного на расстоянии 1,0 м от фундамента существующего здания, осадка существующего фундамента составит 1,4 мм, что не приведет к появлению в существующем здании даже волосяных трещин. Согласно проведенным испытаниям, осадка вдавливаемых свай колеблется от 5,9 до 10,7 мм, что значительно меньше 25 мм. Следовательно, влияние на фундамент существующего здания от возведения пристройки практически будет отсутствовать.

Результаты испытаний вдавливающей статической нагрузкой проиллюстрированы на рисунках 6 – 9.

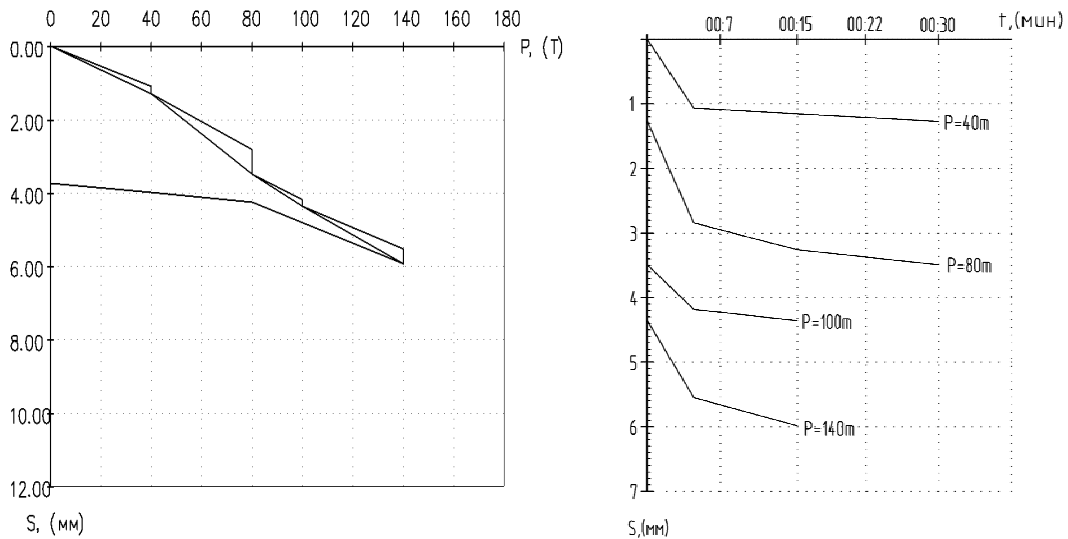


Рис. 6. Графики зависимости осадки S (мм) от давления P (т) и изменения осадки S (мм) сваи № 77 во времени t (мин) сваи № 77

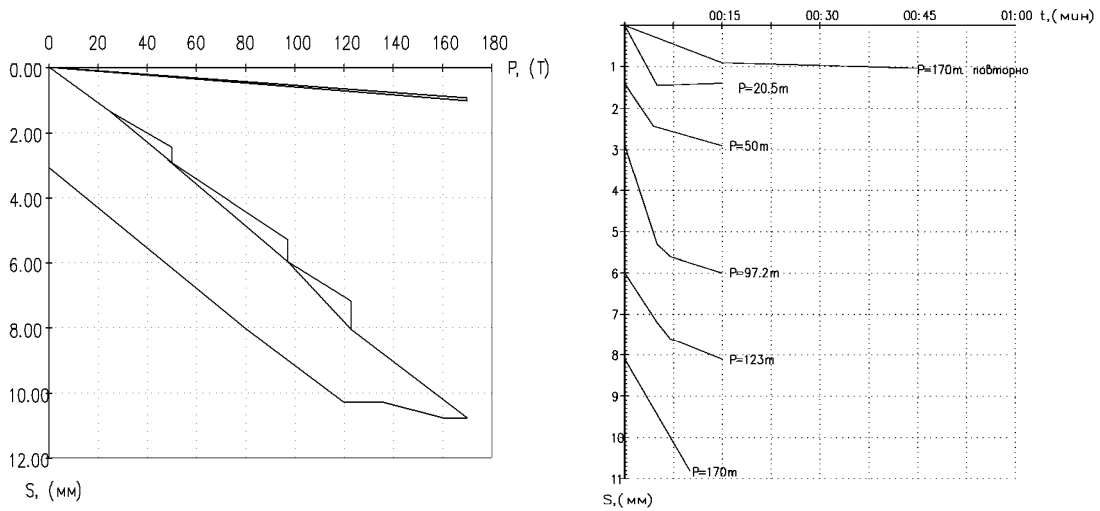


Рис. 7. Графики зависимости осадки S (мм) от давления P (т) и изменения осадки S (мм) сваи № 77 во времени t (мин) сваи № 104

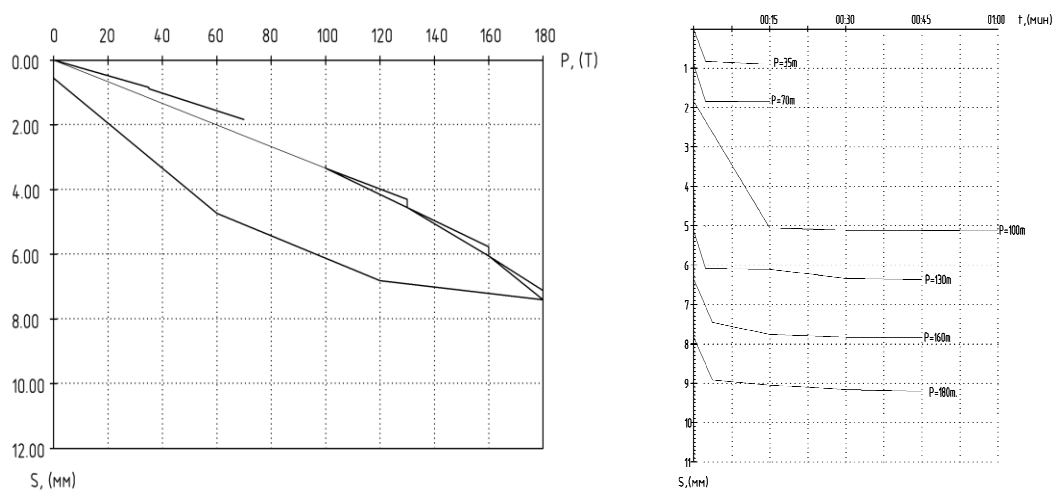


Рис. 8. Графики зависимости осадки S (мм) от давления P (т) и изменения осадки S (мм) сваи № 77 во времени t (мин) сваи № 65

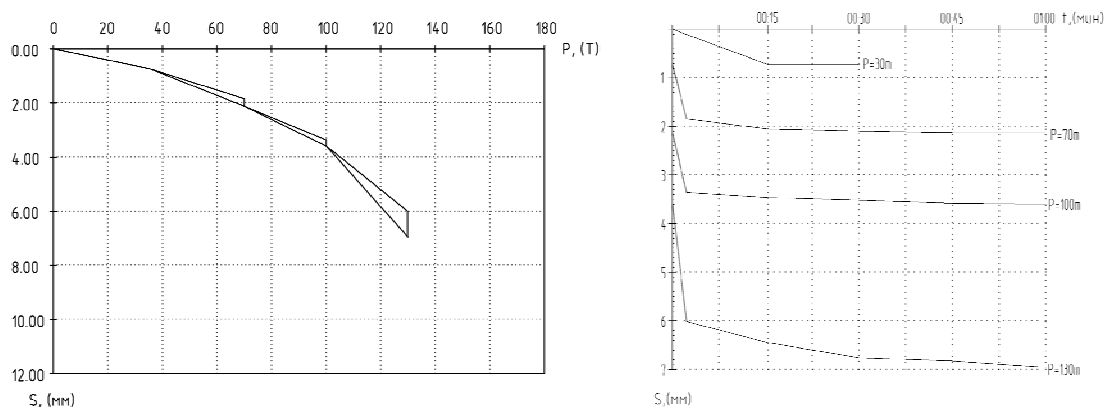


Рис. 9. Графики зависимости осадки S (мм) от давления P (т) и изменения осадки S (мм) сваи № 77 во времени t (мин) сваи № 173

Расчетные и полученные экспериментальным путем величины несущей способности свайных фундаментов сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты теоретических и экспериментальных данных

№ сваи	77	104	65	173
Лигэ-5 (м)	5,2	7,7	3,08	9,96(1,68)
Лобш (м)	10,5	13,0	7,508	13,680
$P_{\text{эксп}}$ (т)	140	170	180	160(130)
S (мм)	5,9	10,7	9,2	6,9
Cz (т/м)	23729	15889	19565	19402
Fd (т)	212	263	169	249
N (т)	152	188	121	177,8
$N_{\text{эксп}}$ (т) (не менее)	117	142	150	108,3

При испытании сваи № 173 произошло разрушение её оголовка. Разрушение произошло из-за ряда факторов, таких как несимметрично приложенная нагрузка, отсутствие распределяющего устройства (металлической обоймы) на оголовке сваи, пониженный класс бетона по прочности (B20 вместо B25). Характер разрушения сваи приведен на рис. 10.



Рис. 10. Свая № 173 после испытания

Выводы:

1. В процессе испытаний предельная осадка свай и нагрузка, соответствующая исчерпанию их несущей способности по грунту, не были достигнуты. Испытания остановлены на соответствующих этапах из-за технических возможностей упорной конструкции, в качестве которой использовалась сваевдавливательная установка СО-450. Осадка на этих этапах не превышала 45% от максимального значения, соответствующего исчерпанию несущей способности сваи по нормам [1].

2. Вдавливание свай рекомендуется производить максимальным усилием (180 тс) до отказа. При этом заглубление свай в грунт ИГЭ-5 должно быть не менее 3,5 м при их вдавливании без лидера и не менее 7,0 м при вдавливании свай с лидерной скважиной диаметром 300 мм.

3. При соблюдении технологии производства работ по устройству свай расчетная нагрузка на одну сваю может быть принята $N = 130$ тс. Увеличение расчетной нагрузки на сваю может быть достигнуто дополнительным вдавливанием в слой ИГЭ 5: при вдавливании без лидера – 20 тс на 1 пог. м; при вдавливании с лидерной скважиной диаметром 300 мм – 10 тс на 1 пог м.

4. Предложенная методика устройства свайных фундаментов является эффективной, так как она исключает вибрационные воздействия на существующее здание и снижает до минимума деформации основания, о чем свидетельствуют результаты проведенных расчетов и экспериментальных исследований.

Литература

1. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
3. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 34 с.
4. ДСТУ Б В.2.1-1-95 (ГОСТ 5686-94). Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Методи польових випробувань пальями. – К.: Державний комітет України у справах містобудування та архітектури, 1997. – 30 с.
5. Митинский, В.М. Опыт использования вдавливающей технологии в геотехнике / В.М. Митинский, М. В. Кириллова // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – Вип. 3(28). – С. 173 – 177.
6. Корнієнко, М.В. Розрахунок несучої здатності здавлюваних паль з одним та двома розширеннями / М.В. Корнієнко, О.Б. Пресняков, О.І. Балакишин // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – Вип. 4(34). – С. 146 – 153.
7. Бойко, І.П. Вплив послідовності зведення суміжних секцій висотного будинку на перерозподіл зусиль у пальових фундаментах / І.П. Бойко, В.С. Носенко // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – Вип. 4(34). – С. 54 – 60.
8. Корниенко, Н.В. Применение вдавливаемых свай повышенной несущей способности в условиях плотной городской застройки / Н.В. Корниенко, А.Б. Пресняков // Сб.

науч. трудов «Строительство и техногенная безопасность». – Симферополь: «Крымская академия природоохранного и курортного строительства», 2004. – Вып. 9. – С. 55 – 57.

9. «Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте: «Реконструкция существующего здания хирургического корпуса с пристройкой ИНВХ им. В.К. Гусака АМН Украины в Ленинском р-не г. Донецка» /ООО «Строительные изыскания»/ г. Донецк, 2010.

10. Серия 1.011.1-10.1-1100. Сваи забивные железобетонные, в.1. Сваи цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой.

Надійшла до редакції 25.09.2013

© Н.О. Петракова