

**«АНТИОСТЕРБЕРГ» ИЛИ НОВЫЙ МЕТОД «ONLY-DOWN»
ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ МНОГОСЕКЦИОННЫМИ БУРОВЫМИ СВАЯМИ**

Современное многоэтажное и высотное строительство требует решения разноплановых геотехнических задач, связанных с проектированием конструктивно надежных и экономично обоснованных фундаментов, в том числе в сложных инженерно-геологических условиях. Высотные здания передают на грунтовое основание значительное давление, которое, как правило, способны воспринять более прочные и малосжимаемые его нижние слои, что обеспечивается применением фундаментов глубокого заложения, состоящих, в основном, из свай или барет (далее свай).

Поэтому, вопрос назначения несущей способности свай является актуальным как для проектировщиков - в плане надежности принимаемых решений, так и для инвесторов - в экономическом аспекте.

Как известно, полевые испытания натуральных свай вдавливающими нагрузками являются самым достоверным методом определения их фактической несущей способности.

В этой области нормативным и самым распространенным является метод испытания грунтов сваями [1, 2], при котором к голове сваи прикладывается нагрузка с помощью стандартного гидравлического оборудования с применением тарировочных грузов или разных конструкций анкерных систем (рис. 1). В процессе испытания грунтов сваями исследуют напряженно-деформированное состояние (НДС) системы «грунтовое основание – свая» с помощью как обычных манометров и прогибомеров, так и современных датчиков, и оборудования, на основании чего по различным методикам определяют их несущую способность [3].

При потенциально высоких значениях несущей способности свай (более 10000кН=1000тс) применение анкерной системы на поверхности является экономически нецелесообразным или вообще технически невозможным. Поэтому, в мире все чаще применяют так называемый

«метод погруженного домкрата» или «метод Остерберга» [4-7], использование которого регламентируется американскими нормами [8].

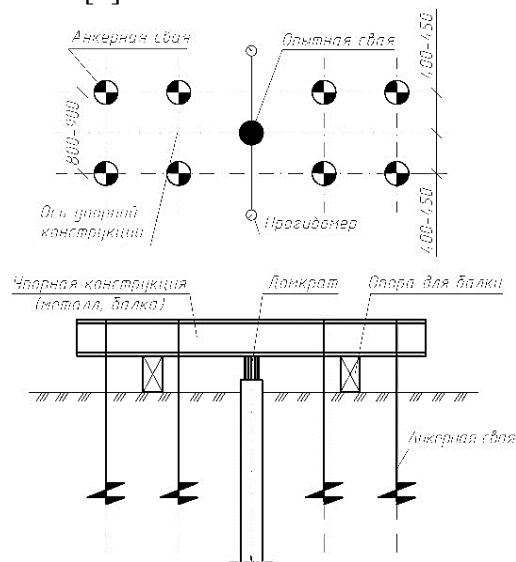


Рис. 1. Схема конструкции анкерной системы

Сущность «метода погруженного домкрата» состоит в том, что статическая нагрузка прикладывается не к голове сваи, а вдоль продольной оси ее конструкции на некоторой глубине с помощью одной (O-Cell) или нескольких (Multi-level O-Cell) гидравлических ячеек, что обеспечивает независимое движение одних частей сваи вверх, а других – вниз. То есть образуется самоуравновешенная испытательная система, которая не требует дополнительной «реактивной» системы на поверхности (рис. 2).

Специальные конструкции гидравлических ячеек (O-Cell) с дополнительными датчиками, приборами и другим оборудованием, в том числе вдоль конструкции ствола сваи, позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние системы «грунтовое основание – свая» в процессе испытаний (рис. 3), и после обработки результатов - назначать несущую способность сваи [9].

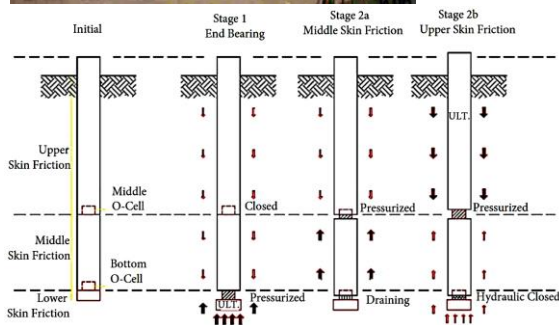


Рис. 2. Общий вид расположения силовых ячеек (Multi-level O-Cell) в каркасе сваи и схема ее испытания



Рис. 3. Общий вид измерительного оборудования на поверхности в процессе испытания сваи

Здесь следует отметить, что геотехниками общепринято называть «метод погруженного домкрата» именем американского ученого Остерберга (Osterberg Jorj O.), который, вероятно, впервые применил его для испытания двухсекционной буронабивной сваи с целью определения сил сопротивления по ее боковой поверхности и под нижним концом и опубликовал свою

работу в 1984 году [4], а также запатентовал силовую ячейку O-Cell в 1986 году [5]. Однако, основная идея погруженного домкрата нашла свое практическое применение намного раньше в 1961 году как способ повышения несущей способности свай-оболочек при устройстве фундаментов глубокого заложения Маракайбского моста в Венесуэле, влияние которого с помощью многочисленных испытаний всесторонне изучал советский ученый, к.т.н. П.Г. Чижиков [10], где также косвенно фиксировались величина погружения нижней части плоских домкратов в основании свай-оболочки и перемещение ее головы.

Однако, основная проблема «метода погруженного домкрата» состоит в том, что предполагается направление движения «вверх» верхней части сваи в процессе испытаний, что формирует иное НДС части системы «грунтовое основание – свая» в отличие от реального нагружения, которое прикладывается к голове сваи в процессе строительства и эксплуатации здания, что приводит к существенным ошибкам при определении общей величины несущей способности сваи на вдавливающие нагрузки в сторону ее занижения. Это доказано нашими последними лабораторными и полевыми исследованиями при испытаниях свай на действие вдавливающих и выдергивающих нагрузок [11, 12]. При этом нами установлено, что соотношение значений несущих способностей сваи за счет сил сопротивления по боковой поверхности при вдавливании $F_{d,f}$ и выдергивании $F_{du,f}$ находится в пределах $2,2 \leq F_{d,f}/F_{du,f} \leq 2,9$ в зависимости от соотношений длины сваи к её диаметру L/d (рис. 4), что существенно отличается от нормативного соотношения $F_{d,f}/F_{du,f} = 1,25$ [13].

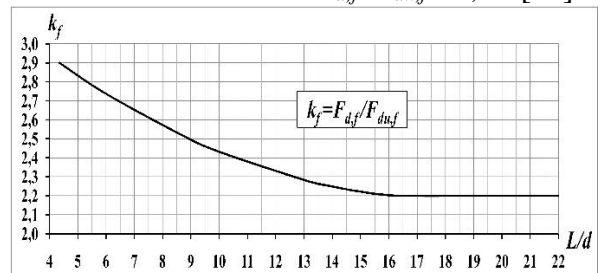


Рис. 4. График зависимости соотношения $k_f = F_{d,f}/F_{du,f}$ от L/d

Таким образом, направление вертикальной нагрузки является одним из основных факторов, влияющих на изменение напряженного состояния околосвайного массива грунта, и имеет принципиальное значение при определении несущей способности по боковой поверхности свай. Поэтому, несущая способность верхней части сваи, определяемая «методом погруженного домкрата», занижается минимум в 2,2 раза при прочих равных условиях.

Более того, расположение одной (One-level O-Cell) или нескольких (Multi-level O-Cell) силовых ячеек Остерберга (см. рис. 2) создает проблему обеспечения самоуравновешенной системы (соотношение несущей способности отдельных элементов системы) в связи с невыдержанностью слоев грунта, отклонениями их физико-механических характеристик и допущениями в предварительных расчетах, что не всегда позволяет обеспечить правильное соотношение несущих способностей элементов сваи и снижает надежность и точность результатов испытаний [14].

Для устранения вышеперечисленных недостатков классического «метода погруженного домкрата» предлагается усовершенствованный метод «ONLY-DOWN» испытания грунтов многосекционной свай [15], при котором сначала передается часть ожидаемой полной опытной нагрузки к голове сваи (классический метод) за счет наличия анкерной системы на поверхности, а другая часть нагрузки - передается вдоль оси конструкции сваи на разных уровнях по глубине с помощью погруженных домкратов.

На рис. 5 приведена принципиальная схема метода испытаний натурной многосекционной сваи 1, которая разбита на секции длиной 2, 3 и 4, между которыми заложены специальные силовые ячейки с домкратами 5, а на поверхности предусмотрена анкерная система 6 любой конструкции для возможности передачи нагрузки с помощью домкрата 7 к голове сваи в направлении 8.

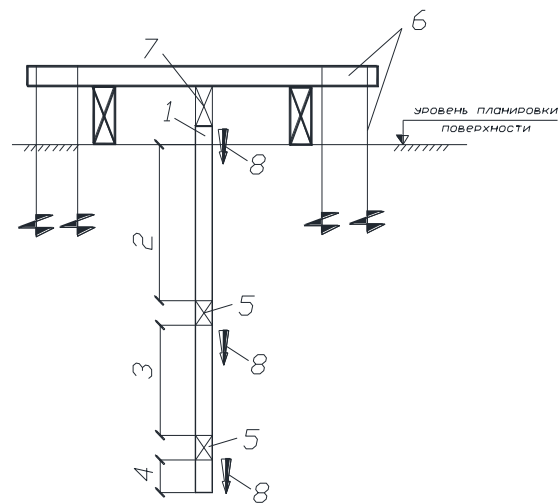


Рис. 5. Принципиальная схема метода «ONLY-DOWN» испытания грунтов многосекционной свай

Сущность усовершенствованного метода «ONLY-DOWN» состоит в том, что любой испытываемый сегмент сваи, к которому прикладывается нагрузка, движется только вниз. Это позволяет обеспечить контролируемую реакцию в системе на каждом этапе испытаний и сформировать максимально адекватное взаимодействия каждой части боковой поверхности исследуемой сваи с грунтовым массивом для определения ее несущей способности именно на вдавливающие нагрузки.

Применение данного метода испытания многосекционных свай позволяет повысить надежность самого процесса испытания, а также точность определяемой величины несущей способности сваи на действие вдавливающих нагрузок.

Выводы.

1. Проведен критический анализ существующего «метода погруженного домкрата» или «метода Остерберга» в мировой практике испытаний грунтов сваями (баретами) значительной несущей способности на действие вдавливающих нагрузок.
2. Предложен усовершенствованный метод «ONLY-DOWN» испытания натуральных многосекционных свай, который позволяет повысить надежность процесса испытаний и точность определения величины несущей способности свай на вдавливающие нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ДСТУ Б В.2.1-1-95. Грунти. Методи польових випробувань палями. Київ: Укрархбудінформ, 1997. – 58 с.
2. Грунты. Методы полевых испытаний сваями: ГОСТ 5686-2012. – [Действующий от 2013-07-01]. – М.: Стандартиформ, 2014. – 42 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-27:2010. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 11 с.
4. Osterberg, J.O., 1984, «A New Simplified Method for Load Testing Drilled Shafts», FOUNDATION DRILLING, Vol. XXIII, No. 6 (July/August, 1984), ADSC, p.9.
5. Patent US4614110 (A), United State. E02D1/02, E02D33/00, G01L5/00. Device for testing the load-bearing capacity of concrete-filled earthen shafts (Osterberg Jorj O.). – 30.09.1986.
6. Osterberg J.O. New Device for Load Testing Driven Piles and Drilled Shafts Separates Friction and End Bearing // Proceedings: International Conference on Piling and Deep Foundations, London, A. A. Balkema. 1989. - pp. 421.
7. Катценбах, Р. Методика испытаний буронабивных свай повышенной несущей способности по системе Остенберга / Р. Катценбах, Р.А. Дунаевский, А.А. Франивсющ // Профессиональная информация. – К.: Ярослав Строй, 2011. – 4 с.
8. ASTM D1143M-07 Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load, ASTM International. 2007. 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
9. Report of bored pile load testing (Osterberg method) B-30 – Solomenka Project, Kiev, Ukraine (LT-2505) / LOADTEST International Inc. (HQ), 2007. – 68 p.
10. Чижигов, П.Г. О способах увеличения несущей способности оболочек по грунту / П.Г. Чижигов // Исследование несущей способности оснований и фундаментов глубокого заложения: Труды Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства. – Вып. 78 / Под общей редакцией канд. техн. наук Н.М. Глотова. – М.: Изд-во «Транспорт», 1971. – С. 32-46.
11. Самородов, А.В. Полевые исследования несущей способности буроинъекционных свай при действии выдергивающих и вдавливающих нагрузок / А.В. Самородов, С.В. Табачников // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 4 (34). Т1 – 2012. – Стор. 258-264.
12. Самородов, А.В. Новый метод определения сил сопротивления по боковой поверхности свай, учитывающий направление вертикальной нагрузки / А.В. Самородов, С.В. Табачников // Основания, фундаменты и механика грунтов. – Вып. 6. – Москва: ОФМГ, 2015. – С. 12-15.
13. Основы та фундаменти споруд. Зміна №1: ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.
14. Корнієнко, М.В. Про особливості використання методу Остерберга при випробуванні паль великого діаметра / М.В. Корнієнко, С.О. Дворнік, І.Ю. Заварзіна // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 4 (34). Т2 – 2012. - ПолтНТУ. – Стор. 115-122.
15. Заявка на патент № а 2015 05298. Метод випробувань ґрунтів палями (Самородов О.В., Герасимович Є.М., Муляр Д.Л.). – Заявл. 29.05.2015.

УДК 69:624.05

Мудрий І.Б., Сиротюк Д.Ю.

Національний університет «Львівська політехніка»

ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНІ КРАНІВ ПРИ ЗВЕДЕННІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ

Вступ.

В роботі [1] було проаналізовано величину малооб'ємності робіт за обсягами для стрілових кранів та окреслено шляхи їх

механізації, одним з яких є залучення на процеси зведення міні-кранів.