

УДК 69.0

**МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ГРУНТА СВАЯМИ ПО АМЕРИКАНСКИМ И  
КАЗАХСТАНСКИМ НОРМАМ**

**Баймаканов Нуралы Турагулулы**

[nurik\\_kar@mail.ru](mailto:nurik_kar@mail.ru)

Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – А.С.Тулбекова

Введение. Происходящая в последние годы глобализация мирового экономического и социального пространства предполагает выработку унифицированных, общепризнанных основ для интеграции. В экономической сфере такими основами являются нормы и стандарты, позволяющие участникам производственного процесса в разных странах разговаривать на одном техническом языке и предъявлять идентичные требования к производимым в разных странах продукции и услугам.

Проектирование фундамента – наиболее важный этап проектных работ любого жилого дома, промышленного здания или сооружения, который во многом определяет конструктивную схему, вес, стоимость и сроки строительства на самом раннем этапе проектирования. Проектирование по Евронормам позволит устранить технические барьеры на пути реализации иностранных проектов, применить передовые зарубежные технологии и инновации, повысить профессиональный уровень отечественных специалистов и их конкурентоспособность. Анализ Американских стандартов геотехнических особенности испытания грунта сваями позволит расширить исследования в области геотехники, адаптировать Американские стандарты относительно отечественных стандартов.

Методика статических испытаний грунта сваями по отечественным нормам. Статические испытания грунтов свай следует начинать после ее "отдыха".

В состав установки для испытания грунтов статическими вдавливающими нагрузками должны входить (Рисунок 1):

1. устройство для нагружения сваи (домкраты);
2. опорная конструкция для восприятия реактивных сил (система балок с анкерными сваями);
3. устройство для изменения перемещений сваи в процессе испытания (реперная система с измерительными приборами).
4. Устройство для нагружения свай должно обеспечивать соосную и центральную передачу нагрузок на сваю, возможность передачи нагрузок ступенями, постоянство давления на каждой ступени нагружения.

Расстояние от оси, испытываемой натурной сваи до анкерной сваи должно быть не менее  $3d$ , но не менее 1,5 м. Приборы для измерения деформации (перемещений) свай (прогибомеры) должны обеспечивать погрешность измерений не более 0,1 мм. Количество приборов, устанавливаемых симметрично на равных (не более чем 2 м) расстояниях от испытываемой сваи, должно быть не менее двух [1].

Перемещение сваи определяют как среднее арифметическое значение показаний всех приборов. При использовании прогибомеров применяют стальную проволоку диаметром 0,3 мм. Перед началом испытаний проволока должна быть подвергнута предварительному растяжению в течение 2 суток грузом 4 кг. Во время испытаний груз на проволоке должен составлять 1-1,5 кг [2].

Пределы измерений и цену деления манометров, используемых для определения нагрузки на сваю в процессе испытаний, выбирают в зависимости от наибольшей нагрузки на сваю, предусмотренной программой испытаний, с запасом не менее 20 %.

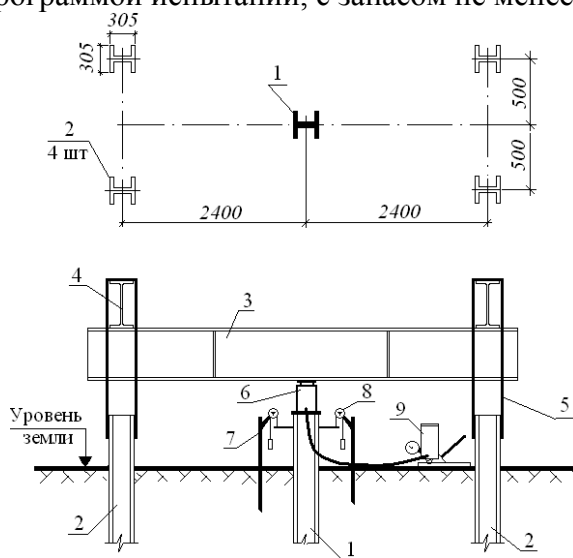


Рисунок 1 – Схема испытания грунтов сваями статическими вертикально-вдавливающими нагрузками: 1 - испытываемая свая; 2 - анкерные сваи; 3 - главная двутавровая балка №70; 4 - второстепенные балки № 40; 5 - анкерные тяжи Ø20АП; 6 - домкрат СМЖ-158А (грузоподъемность 200 т); 7 - реперная систем; 8 - прогибомеры 6ПАО; 9 - ручная насосная станция с манометром.

Нагружение испытываемой сваи производят равномерно, без ударов, ступенями нагрузки, значение которых устанавливается программой испытаний, но принимается не более 1/10 заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю. При заглублении нижних концов натуральных свай в крупнообломочные грунты, гравелистые и плотные пески, а также глинистые грунты твердой консистенции допускается первые три ступени нагрузки принимать равными 1/5 наибольшей нагрузки.

На каждой ступени нагружения натурной сваи снимают отсчеты по всем приборам для измерения деформаций в следующей последовательности: нулевой отсчет - перед нагружением сваи, первый отсчет - сразу после приложения нагрузки, затем последовательно

четыре отсчета с интервалом 30 мин и далее через каждый час до условной стабилизации деформации (затухания перемещения).

За критерий условной стабилизации деформации при испытании натурной сваей принимают скорость осадки сваи на данной ступени нагружения, не превышающую 0,1 мм за последние:

60 мин наблюдений, если под нижним концом сваи залегают песчаные грунты или глинистые грунты от твердой до тугопластичной консистенции;

2 часа наблюдений, если под нижним концом сваи залегают глинистые грунты от мягкопластичной до текучей консистенции.

Нагрузка при испытании натурной сваей должна быть доведена до значения, при котором общая осадка сваи составляет не менее 40 мм.

При заглублении нижних концов натуральных свай в крупнообломочные, плотные песчаные и глинистые грунты твердой консистенции нагрузка должна быть доведена до значения, предусмотренного программой испытаний, но не менее полуторного значения несущей способности сваи, определенной расчетом, или расчетного сопротивления сваи по материалу.

При контрольном испытании сваи при строительстве наибольшая нагрузка не должна превышать расчетного сопротивления сваи по материалу.

Разгрузку сваи производят после достижения наибольшей нагрузки ступенями, равными удвоенным значениям ступеней нагружения, с выдержкой каждой ступени не менее 15 мин. Отсчеты по приборам для измерения деформаций снимают сразу после каждой ступени разгрузки и через 15 мин наблюдений. После полной разгрузки (до нуля) наблюдения за упругим перемещением сваи следует проводить в течение 30 мин при песчаных грунтах, залегающих под нижним концом сваи, и 60 мин при глинистых грунтах, со снятием отсчетов через каждые 15 мин.

В процессе испытания ведут журнал, и результаты испытания грунтов сваей оформляют в виде графиков зависимости осадки сваи от нагрузки и измерения деформации во времени по ступеням нагружения.

Методика статических испытаний грунта сваями по американским нормам.

Нагружение испытываемой сваи производят равномерно в соответствии с Разделом 5.1 ASTM D 1143 «Стандартные процедуры нагрузок», ступенями нагрузки не более 1/10 заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю [3].

На каждой ступени нагружения снимают отсчеты по всем приборам для измерения деформаций в следующей последовательности: нулевой отсчет - перед нагружением сваи, первый отсчет - сразу после приложения нагрузки, затем последовательно три отсчета с интервалом 5 мин, затем через каждые 15 минут в течение 2 часов и далее по 60 минут до условной стабилизации деформации (затухания перемещения).

За критерий условной стабилизации деформации при испытании натурной сваей принимают скорость осадки сваи на данной ступени нагружения, не превышающую 0,25 мм за 60 минут.

Нагрузка при испытании натурной сваей доводится до 200% от проектной нагрузки или до значения, при котором общая осадка сваи составляет не менее 65 мм.

Если условная стабилизация сваи не происходит, последнюю ступень нагрузки держат в течение 12 часов, со снятием показаний из приборов каждые 60 минут.

Разгрузку сваи производят после достижения наибольшей нагрузки в четыре интервала до 150%, 100%, 50% и 0% от проектной нагрузки. Показания приборов снимают аналогичным образом, что и при применении нагрузки. Завершающее снятие показаний будет произведено по истечении 12 часов после снятия всех нагрузок, т.е. при нагрузке равной нулю.

В процессе испытания ведут журнал и по результатам испытания грунтов сваей оформляют отчет в соответствии с Разделом 8 стандарта.

Таблица 1- Особенности требований стандартов ASTM и ГОСТ [4]

	ГОСТ	ASTM
Обновления	последнее обновление в 2012 г.	последнее обновление в 2018 г.
Применяемое оборудование и измерительные приборы		
для создания нагрузки	домкрат	домкрат с плавающими сферическими опорами
измерение нагрузки на оголовки сваи	манометр	манометр
	-	динамометр (при нагрузках свыше 100 тс) устанавливается на каждый домкрат
измерение нагрузки по всей длине сваи	-	тензометр
измерение осевого перемещения оголовка	преобразователь осевого перемещения оголовка	преобразователь осевого перемещения оголовка
	-	визуальный контроль
	-	оптический инструментальный контроль
измерение бокового перемещения оголовка	-	преобразователь бокового перемещения оголовка
	-	оптический инструментальный контроль
измерение осевого перемещения нижней части сваи	-	преобразователь осевого перемещения нижней части сваи

Согласно обоим стандартам нагрузка на сваю передается гидравлическим домкратом, устанавливаемым между оголовком сваи и опорной балкой и определяется косвенным образом на основании измерения давления в гидросистеме «домкрат-насос». Однако отечественный стандарт не учитывает, что при использовании двух и более домкратов необходимо каждый оснастить своим манометром помимо общего на коллекторе. Это позволяет контролировать работу домкратов и предупреждать возможные неравномерности их работы, из-за которых может произойти срыв испытаний.

В некоторых случаях преобразователи осевого перемещения сваи могут показывать разнонаправленное перемещение, что можно объяснить не параллельностью опорной балки и горизонтальной плоскости оголовка сваи. ГОСТ не дает указаний как поступить в данном случае, ASTM же указывает установить преобразователи бокового смещения, чтобы отследить развитие эксцентричных нагрузок при смещении центра передачи нагрузки к оси сваи и компенсировать их расчетными методами. Это позволит избежать неверных результатов испытаний или их срыва.

Для измерения перемещений нижней части сваи относительно ее оголовка служит преобразователь осевого перемещения. Такое измерение позволит более точно определить осадку грунта под острием сваи, а при наличии в свае пустот отделить реальную осадку грунта от сжатия некачественной сваи. Для этих целей ASTM предлагает использовать систему измерений из штокового индикатора смещения, установленного на оголовке сваи, и контрольного стержня, упирающегося в выбранную точку вдоль оси в нижней части сваи. В случае не осевой установки предполагается установка двух стержней и индикаторов на одинаковом расстоянии от оси сваи противоположно один к другому [5].

Для стержней оборудуются трубки, внутри которых они могут свободно перемещаться. Трубки устанавливаются в скважину перед заливкой ее бетоном. Упираются стержни должны в пластинку (вкручиваться в гайку), закрепленную в сваю.

Преобразователь силы для измерения бокового сопротивления сваи служит для измерения силы трения по боку сваи по всей длине. Таким образом, можно определить

распределение бокового сопротивления сваи. Число и места установки преобразователей определяется в программе испытаний и устанавливается вдоль оси сваи или парно на одинаковом расстоянии от оси противоположно друг к другу.

Практика показывает, что испытания, проводимые по требованиям американских стандартов делает их более точными и надежными, что помогает видеть полный ход процесса испытаний. Мировой опыт применения ASTM при проведении испытаний позволяет сделать вывод, что требования, регламентированные в данном стандарте направлены на получение результатов испытаний с максимальной надежностью.

#### **Список использованных источников**

1. Tulebekova A.S., Zhussupbekov A.Z., Mussabayev T., Mussina S.: Features of Investigation of Soil According to Kazakhstan Norm and International Standards. In: Hemedi S., Bouassida M. (eds) Contemporary Issues in Soil Mechanics. GeoMEast 2018. Sustainable Civil Infrastructures, pp. 142-148. Springer, Cham (2019).
2. GOST 5686-2012. Methods for field testing by piles, Research Institute of Bases and Underground Structures, Moscow, Russia (2012).
3. Standard Test Method for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load, ASTM D8169 / D8169M – 18.
4. Smolin B.S, Zaharov V.V., Puzanov V.V.: Features pile load test by ASTM. International Symposium, Russia, pp. 12-16. (2012).
5. Tulebekova, A.S., Alibekova, N.T., Zhumadilov, I.T., Alipbayeva, G.R.: Advantages of the piles testing methods according to the USA standards. Challenges and Innovations in Geotechnics. Proceedings of the 8th Asian Young Geotechnical Engineers Conference, 8AYGEC, pp. 51-57. Springer (2016).