

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ**

**Макарова Н. А., Разумчик М. С.,  
научный руководитель канд. техн. наук Преснов О. М.  
Сибирский федеральный университет**

В течение длительного времени основным методом оценки строительных свойств грунтов были лабораторные исследования, техника которых непрерывно совершенствовалась. Однако результаты лабораторных исследований не всегда правильно характеризуют строительные свойства грунтов.

Использование полевых методов исследования строительных свойств грунтов приобретает все более широкое распространение. Это объясняется тем, что полевые методы исследований дают возможность, во-первых, исследовать свойства таких грунтов, образцы которых практически невозможно отобрать для испытания в лаборатории, и, во-вторых, более полно оценить строительные свойства грунтов, образцы которых испытаны в лаборатории. Полевые испытания позволяют изучить физико-механические свойства грунтов и провести измерение сопротивления грунтов в естественных условиях и непосредственно на месте будущего строительства.

К полевым методам исследований относят те испытания в полевых условиях, которые моделируют процессы, возникающие при нагружении оснований или соответствующие предельным состояниям при работе оснований. Такими методами являются испытания грунтов штампами для определения модуля деформации, испытания на сдвиг целиков грунта для определения параметров сопротивления сдвигу, зондирование грунтов (динамическое и статическое), вращательный срез в скважинах и определение модуля деформации грунта с помощью прессиометрических испытаний.

Однако полевые исследования грунтов, особенно в России, до сих пор выполняются «дедовскими» методами, то есть с механическими измерительными устройствами, с записью данных опыта вручную. Они подвержены субъективным факторам в плане точности измерений и поддержании заданного режима опыта. Внедрение в полевые исследования грунтов электронных датчиков, цифровой регистрации данных опыта и автоматического регулирования хода опыта позволяет проводить испытания с повышенной точностью. Ниже рассмотрены следующие современные установки, применяемые в полевых условиях.

### **Установка статического зондирования грунта УЗК-15.**

Данная установка на базе вездеходного шасси автомобиля КамАЗ 43118. Назначение установки УЗК-15 заключается в выполнении статического зондирования грунтов при производстве инженерно-геологических изысканий.

Зондирование выполняется зондом II типа с применением регистратора «ПИКА-17». Информация с регистратора автоматически передается на ноутбук, что позволило исключить «человеческий фактор» снятия показаний, одновременно предоставив машинисту больше времени на контроль качественного погружения зонда.

К отличительным особенностям установки УЗК-15 относят:

- за счет общего веса установки, без дополнительной анкеровки, имеется возможность создавать давление на зонд до 16 тн, что позволяет достигать глубину зондирования до 40 м;
- усилие на измерительный зонд передается механизмом из трех гидроцилиндров, с размещением зонда в центре треугольной измерительной головки;

– конструкция вдавливающего устройства позволяет смонтировать над измерительной головкой специальный вибратор, с помощью которого можно проходить слои плотных грунтов;

– в фургоне смонтировано телескопическое цилиндрическое направляющее устройство, которое направляет и защищает зонд от случайного изгиба между основанием фургона и поверхностью земли.

#### **Комплект автоматизации полевых испытаний грунтов КАП1.**

Комплект автоматизации пневматический КАП1 предназначен для использования с прессиометрами ПЭВ-89МК и штампами ШВ60. Комплект КАП1 позволяет полностью автоматизировать процесс выполнения полевых испытаний грунтов прессиометрами или штампами, сохранить и обработать результаты испытаний. Использование комплекта КАП1 позволяет существенно снизить трудоёмкость, при проведении опытных полевых работ, и повысить достоверность результатов испытаний.

Для проведения испытания грунтов прессиометром ПЭВ-89МК с комплектом КАП1, прессиометр устанавливают в скважину на отметку испытания. В ресивер закачивают воздух до давления 600-1000 кПа. Пневмоблок подключают к аккумуляторной батарее и устанавливают на стенд вблизи точки испытания.

Ноутбук через адаптер подключают к бортовой сети автомобиля или сети 220 В, к USB-порту ноутбука подключают модуль Bluetooth и запускают ПО Pneumator.

В процессе проведения испытания на мониторе в графическом и численном виде отображаются результаты испытания, которые одновременно сохраняются в базе данных программы.

После завершения опыта, программа позволяет обработать опытные данные, в соответствии с ГОСТ 20276-99, и подготовить отчёты по результатам испытаний.

Для выполнения штампного опыта (штампы III и IV типов, площадью 600 см<sup>2</sup>) с комплектом КАП1, выполняют установку штампа на отметку испытания. Далее, выполняют монтаж анкерной и реперной систем, нагрузочного стола и пневмоцилиндра.

В ресивер закачивают воздух до давления 600 -1000 кПа. На нагрузочном столе закрепляют измерители перемещений комплекта регистрации КРП1 и соединяют их с пневмомагистралью. Пневмоблок подключают к аккумуляторной батарее и устанавливают на стенд вблизи точки испытания.

После завершения опыта, программа Pneumator позволяет обработать опытные данные, в соответствии с ГОСТ 20276-99, и подготовить отчёты по результатам испытаний.

#### **Штамп горячий (ШТАМП 5000Т).**

Штамп 5000Т относится (согласно классификации ГОСТ 20276-99) к I типу и предназначен для определения в полевых условиях следующих характеристик деформируемости мёрзлого грунта: коэффициента оттаивания  $A_{th}$ , коэффициента сжимаемости  $m$  и модуля деформации  $E$ .

К нижней поверхности штампа жёстко закреплена тепловая плита, внутри которой расположен кольцевой нагревательный элемент, выполненный в виде плоской спирали из медной трубки, по которой циркулирует теплоноситель. В качестве устройства для нагрева теплоносителя используется отопительный котёл газового или электрического типа, который обеспечивает циркуляцию и нагрев теплоносителя до заданной температуры.

Для испытаний мёрзлого грунта в шурфе, на поверхность мёрзлого грунта устанавливают штамп, монтируют силовую и реперную системы. Вблизи места испытания располагают вагончик с оборудованием и собирают гидросистему штампа.

Затем выполняют операции заполнения гидросистемы и запускают отопительный котёл. Устанавливают необходимую температуру теплоносителя.

В процессе оттаивания грунта под бытовым давлением измеряют осадку штампа (1-й этап испытаний). После оттаивания грунта на необходимую глубину (примерно 40 см) выполняют испытания на сжимаемость путём нагружения штампа ступенчато-возрастающей нагрузкой (2-й этап испытаний).

После испытания выполняют демонтаж силового оборудования и операции по перекачке теплоносителя в монжус для хранения.

Для работы отопительного котла требуется электрическая мощность не более 250 Вт, поэтому при отсутствии электрических сетей, вполне можно обойтись бензиновым генератором минимальной мощности (0,5-1,0 кВт).

#### **Электровоздушный радиальный прессиометр ПЭВ-89МК.**

Прессиометр электровоздушный ПЭВ-89МК предназначен для полевых испытаний грунтов в скважинах боковым давлением. Система измерения деформаций стенок скважины - электрическая, с индуктивными датчиками перемещений. Система создания давления пневматическая, с редукционным клапаном и ресивером для стабилизации величины давления на ступени. Измерение давления в зонде электрическим манометром и образцовым манометром класса точности 0,4. Измерительный прибор (контроллер) — цифровой, двухканальный (датчики перемещений и датчик давления) с функциями сохранения и передачи опытных данных в ПК для обработки.

Результаты испытаний используются для определения деформационных характеристик нескальных, немерзлых грунтов (модуля деформации грунта).

Прессиометр ПЭВ-89МК состоит из зонда с эластичной полиуретановой оболочкой, в сборе с пневмомагистралью и датчиком давления, ресивера, манометрической головки, с редукционным клапаном, измерительного прибора (контроллера ТЕСТ-ПРК) и страховочного троса.

Измерительный прибор – контроллер ТЕСТ-ПРК имеет четыре управляющих клавиши, цифровой дисплей, разъем для подключения к манометрической головке, разъем для подключения внешнего питания и разъём для передачи опытных данных в ПК.

Зонд прессиометра опускают в скважину, на отметку испытания. В ресивер, посредством автомобильного или любого другого насоса, закачивают воздух, манометрическую головку подключают к ресиверу. К пневмомагистральной зонда подключают измерительный прибор (контроллер). В контроллер вводят параметры для проведения опыта. Использование контроллера для сохранения результатов устраняет возможные ошибки оператора в процессе испытания и существенно сокращает трудоёмкость работ. В контроллере можно сохранять результаты 10-30 опытов.

После завершения опыта данные из контроллера передаются в ПК для обработки, по программе PressPW.MA.

Вышеизложенное приводит к заключению, что достоверное определение характеристик деформируемости, расширение диапазона показателей свойств грунтов, которые получает проектировщик по результатам инженерно-геологических изысканий является одной из важнейших геотехнических проблем при строительстве. Применение нового оборудования для полевых методов испытаний грунтов позволяют существенно снизить риски при строительстве, связанные с осадками фундаментов и потерей устойчивости зданий.