

*Предприятие ГЕОТЕСТ разрабатывает и выпускает оборудование для полевых исследований грунтов более 15 лет. В номенклатуру продукции входят: зондировочные установки на колесном или гусеничном ходу, комплекты аппаратуры для статического зондирования, радиальные прессиометры, оборудование для испытаний грунтов штампами, ручные буровые комплекты, крыльчатки и пенетрометры.*

*Серийное оборудование для статического зондирования — комплекты аппаратуры ТЕСТ–К2 и ТЕСТ–К4, позволяют выполнять исследования грунтов на достаточно высоком техническом уровне с большой точностью и дискретностью измерений, причём как при работе на буровых установках (УРБ, ПБУ и пр.), так и на специализированных зондировочных установках.*

*Комплекты аппаратуры серии ТЕСТ имеют сертификат Госстандарта России RU.С. 28.005 А №23470 и допущены к применению в Российской Федерации.*

*Данная аппаратура давно и успешно используется многими изыскательскими организациями в России, Украине, Белоруссии и Казахстане.*



## КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЕРИИ ТЕСТ

**ЕВГЕНИЙ ПЫЛАЕВ**

Директор ЗАО «Геотест»

**АЛЕКСЕЙ ЗЮЗИН**

Заместитель директора ЗАО «Геотест»

### Нормативная база

Метод статического зондирования грунтов широко применяется в практике изысканий для оценки физико-механических характеристик грунтов в условиях естественного залегания (in situ), их изменчивости по глубине и в плане, а также для расчёта фундаментов.

В основном стандарты на проведение испытаний и параметры обо-

рудования, применяемого в разных странах, совпадают. Различны лишь подходы к интерпретации получаемых результатов.

В России требования к методике проведения испытаний и оборудованию регламентируются ГОСТом–19912–2001 «ГРУНТЫ. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием», которым, в частности, разрешены к

использованию зонды двух видов: зонд 1-го типа с конусом и кожухом и зонд 2-го типа с конусом и муфтой трения. Зонды имеют площадь конуса 10 см<sup>2</sup>, диаметр кожуха и муфты трения — 35,7 мм, длина муфты трения от 90 до 310 мм, что соответствует площади муфты от 100 до 350 см<sup>2</sup>.

Зонды 1-го типа в основном механические. При работе с ними в



Рис. 1. Комплект аппаратуры ТЕСТ-К2

процессе вдавливания фиксируются общее сопротивление вдавливания зонда и сопротивление конуса. Зонды 2-го типа тензометрические. При погружении таких зондов фиксируются сопротивления конуса и муфты трения.

Диаметр штанг для всех зондов должен составлять 36 мм при длине не менее одного метра.

Методика испытаний предусматривает вдавливание зонда вертикально в грунт с постоянной скоростью равной 1,2+ 0,3 м/мин и регистрацию показаний сопротивления грунта непрерывно, либо с шагом не более 0,2 м по глубине. Основная погрешность измерений показателей сопротивления грунта до 10%, но не более 5% максимально измеренного значения.

Оценку физико-механических свойств грунтов по результатам статического зондирования выполняют по таблицам СП 11-105-97 (часть 1, Приложение И) или по региональным нормам МГСН 2.07.-97 для г.Москвы.

Несущую способность забивных или буровых сваях рассчитывают по результатам статического зондирования в соответствии со СНиП 2.02.03-85, СП 50-102- 2003 или МГСН 2.07-97.

### Комплект аппаратуры ТЕСТ-К2

В состав комплекта (рис.1) входят три тензометрических аналоговых 2-х канальных зонда А2-, контроллер ТЕСТ-К2, цифровой измерительный прибор ТЕСТ-АМ, мини-принтер, радиокнопка, кабели для зондов, комплект кабелей и адаптеры для питания аппаратуры и передачи результатов в ПК, тарифовочное устройство с образцовым динамометром ДОСМ 3-30У, зондировочные штанги и программа обработки опытных данных Geoexplorer v.1.11.

Контроллер ТЕСТ-К2 предназначен для сохранения и передачи в ПК результатов зондирования. Он имеет функции автобалансировки и самодиагностики измерительных каналов.

Индикация текущих показаний зондирования  $q_c$  и  $f_s$  возможна в делениях шкалы прибора (0-250 делений) или в физических показателях  $q_c$ , МПа и  $f_s$ , кПа.

При выполнении зондирования в случае подключения мини-принтера все данные дублируются на бумажном носителе. Результаты опы-



Рис. 2. Формирователь отсчётов на установке УСЗ-15/36А



Рис. 3. Комплект аппаратуры ТЕСТ-К4

тов передаются в компьютер для последующей обработки через порт RS-232.

В контроллере ТЕСТ-К2 предусмотрен режим трансляции результатов измерений на ноутбук для визуального контроля процесса зондирования в режиме реального времени и сохранения результатов в Базе внешней программы Geoploger и контроллере.

При использовании комплекта ТЕСТ-К2 на буровых установках в качестве дополнительной опции может использоваться радиокнопка, которая позволяет дистанционно фиксировать отсчёты на расстоянии до 20 метров.

Помимо контроллера ТЕСТ-К2 в состав комплекта входит резервный цифровой измерительный прибор ТЕСТ-АМ, который позволяет в случае необходимости работать в ручном режиме с записью результатов измерений в полевой журнал.

При работе комплекта ТЕСТ-К2 в составе зондировочных установок УСЗ-15/36А (рис.2) к контроллеру подключается «Формирователь отсчётов» — датчик глубины, который в автоматическом режиме фиксирует данные опыта с шагом 2,5, 5, 10 или 20 сантиметров.

Комплекты аппаратуры ТЕСТ-К2 могут оснащаться двухканальными зондами 3-х типов: А2-350, А2-250 и А2-150, соответственно с площадью муфты 350, 250 и 150 см<sup>2</sup>, при площади конуса 10 см<sup>2</sup>.

Для всех зондов предусмотрены диапазоны измерения удельных сопротивлений  $q_c=30$  МПа и  $f_s=600$  кПа, соответственно для конуса и муфты трения, при шкале 250 делений.

При настройке аппаратуры возможно уменьшение предельных нагрузок для конуса и муфты в два раза, т.е. до 15 МПа и 300 кПа, соответственно.

По желанию заказчиков зонды могут быть изготовлены с диапазоном измерения усилий по конусу и муфте до 50–100 МПа и до 1000 кПа, соответственно.

Для настройки аппаратуры используются образцовые динамометры типа ДОСМ 3–30У, которые позволяют контролировать метрологические характеристики зондов в период эксплуатации.

#### Комплект аппаратуры ТЕСТ-К4

В состав комплекта (рис.3) входят: тензометрические цифровые

3-х или 4-х канальные зонды (А3-, А4-), контроллер ТЕСТ-К4, блок связи с ПК, минипринтер, кабели для зондов, комплект соединительных кабелей, адаптер, зондировочные штанги и программа обработки результатов Geoploger версии 2.01.

Зонды А4- (с площадью муфты 150, 250 или 350 см<sup>2</sup>) имеют цифровой выход, термокомпенсацию и стандартные настройки каналов, поэтому не требуют тарировки в процессе эксплуатации, за исключением периодических проверок работоспособности зонда. В максимальной комплектации зонд А4- имеет четыре канала измерений: сопротивление конуса  $q_c$ , сопротивление по муфте трения  $f_s$ , инклинометр и датчик порового давления или датчик температуры в конусе зонда.

Зонды А3- имеют три канала измерений: конус, муфта и инклинометр. Стандартные настройки каналов следующие: сопротивление конуса 0,03–30 МПа, удельное трение по муфте 0,6–600 кПа, инклинометр 0–30 градусов, поровое давление 0,001–1,0 МПа. Шкала для всех каналов — 1000 делений.

Контроллер ТЕСТ-К4 предназначен для регистрации и сохране-

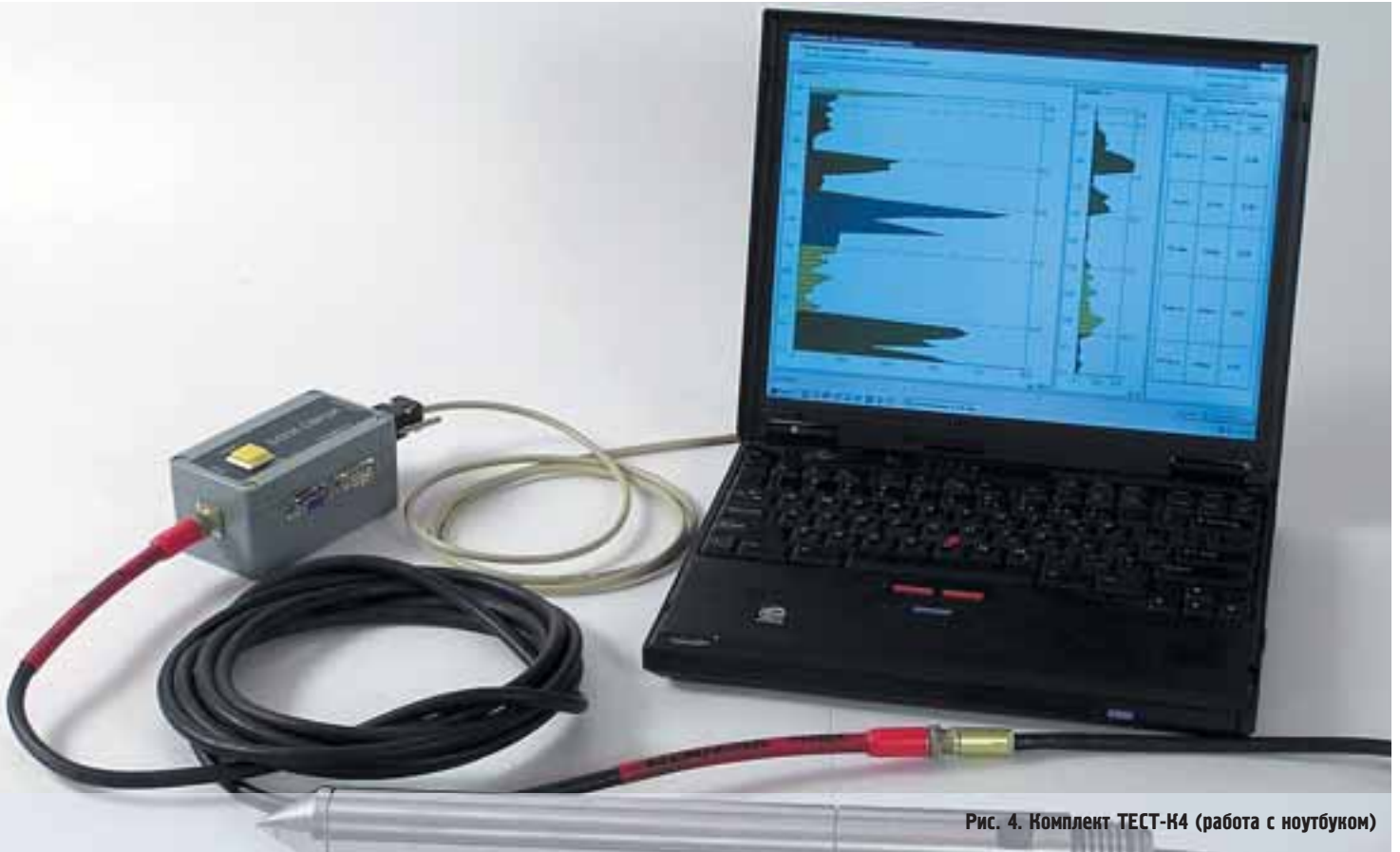


Рис. 4. Комплект ТЕСТ-К4 (работа с ноутбуком)

ния результатов зондирования, а также передачи на персональный компьютер для последующей обработки. Он имеет функции автобалансировки и самодиагностики измерительного тракта. К контроллеру может подключаться минипринтер, формирователь отсчётов, дистанционная кнопка и ноутбук.

Блок связи с ПК (рис.4) предназначен для непосредственного подключения цифровых зондов к ноутбуку и трансляции данных зондирования во внешнюю программу в режиме реального времени.

В процессе зондирования на панели оператора программы Geoexplorer отображаются все основные параметры опыта:  $q_c$ , МПа,  $f_s$ , кПа,  $I$ , град,  $u$ , МПа, глубина погружения  $H$ , м и скорость вдавливания зонда  $V$ , м/мин.

Комплекты ТЕСТ-К4 устанавливаются на автомобильных, либо гусеничных зондировочных установках.

#### Пробоотборник Р-45/100

Дополнительно зондировочные установки могут комплектоваться пробоотборниками Р-45/100 (рис.5), предназначенными для отбора проб грунтов посредством зондировочной установки.

Пробоотборник Р-45/100 имеет внешний диаметр 45 мм и позволяет отбирать в связных грунтах пробы ненарушенной структуры диаметром 38 миллиметров. Объем пробы составляет около 100 см<sup>3</sup>.

После выполнения опыта статического зондирования и оценки изменчивости грунтов по глубине на расстоянии 1,5–2 метров от точки зондирования пробоотборник вдавливают, посредством штатных штанг; на первую выбранную отметку и отбирают пробу. Затем пробоотборник извлекают, и гильзу с пробой грунта помещают в герметичный контейнер. После установки новой гильзы, пробоотборник вдавливают на следующую отметку и т.д.

В результате, при выполнении работ по зондированию появляется возможность отобрать пробы ненарушенной структуры всех ИГЭ для последующего лабораторного анализа и установки вида грунта.

Диаметр пробы 38 мм является минимально допустимым для полноценных испытаний грунтов методами одноосного или трёхосного сжатия с целью оценки прочностных и деформационных характеристик в соответствии с ГОСТом 12248–96.

При использовании пробоотборников при инженерно-геологических изысканиях сооружений III–IV уровней ответственности или линейных сооружений представляется возможным ограничиться работами по зондированию грунтов с отбором проб для изучения грунтовых условий площадок строительства.

#### Программное обеспечение (Geoexplorer)

В состав комплектов аппаратуры входит оригинальное программное обеспечение для обработки результатов зондирования. Программа GEOEXPLORER позволяет выполнять все расчёты на основе данных статического зондирования, а именно: оценку физико-механических характеристик грунтов (СП 11–105–97, ч.1.); разбиение скважины на ИГЭ с расчётом нормативных и расчётных характеристик (ГОСТ 20522–96); определение частных значений предельного сопротивления забивных и буровых сваях (СНиП 2.02.03 — 85, СП–50–102–2003, МГСН 2.07–97); расчет несущей способности свай по объекту и сводный расчёт характеристик грунтов для выделенных ИГЭ.