

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРУНТОВ

ВИНТОВОЙ ШТАМП ШВ60



Рис. 1

Совершенствование методик испытаний грунтов является одной из важных задач инженер-геологов. Понятно, что применяющиеся на сегодняшний день методы и приборы прошли многолетние «испытания на прочность». Специалистам давно известно, какие испытания лучше проводить с тем или иным типом грунта, какие результаты будут наиболее точными. Тем не менее, даже одну из самых совершенных методик — штамповые испытания, можно совершенствовать. Именно эту работу провели специалисты ЗАО «Геотест», разработавшие винтовой штамп ШВ60, позволяющий добиваться наиболее точных результатов при полевых испытаниях грунтов.

ЕВГЕНИЙ ПЫЛАЕВ
Директор ЗАО «Геотест»

АЛЕКСЕЙ ЗЮЗИН
Заместитель директора
ЗАО «Геотест»

Испытания штампами в полевых условиях выполняются с целью определения модуля деформации грунтов в условиях естественного залегания. Методика испытаний, а также требования к оборудованию и подготовке испытаний регламентируются ГОСТ 20276-99 «ГРУНТЫ. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости».

Строго по ГОСТу

ГОСТ 20276 предполагает использование штампов четырёх типов с площадью подошвы от 5000 до 600 см², причём, наиболее универсальными и наименее трудоёмкими при установке являются штампы III-го и IV-типов с площадью 600 см², которые можно установить в буровых скважинах диаметром 325 мм². Данный стан-

дарт не предусматривает корректировку величины модуля деформации в зависимости от площади штампа, т.е. предполагает равнозначность результатов, полученных штампами 5000 и 600 см².

Предусмотрено два способа установки винтовых штампов IV-типа в массив грунта: завинчивание с забоя обсаженной скважины диаметром 325 мм на глубину 0,3-0,5 метра, в за-



висимости от вида и состояния грунта (шаг лопасти 50 мм) или заворачивание с поверхности (шаг лопасти 80 мм), при исключении сил трения по стволу штампа.

Для получения надёжных результатов, заворачивание штампа на отметке испытания следует выполнять с вертикальным перемещением за оборот (h), равным шагу лопасти (a). В ГОСТе допускается расхождение в пределах от 0.7 до 1, что исключает переуплотнение грунта под лопастью, но на наш взгляд, следует стремиться к безусловному выполнению условия $h=a$, используя для этого дополнительное оборудование или специальные приспособления.

Методика ГОСТ 20276 предполагает ступенчатую передачу нагрузки на грунт под лопастью, с выдержкой на ступени до приращения осадки 0.1 мм за время условной стабилизации. Величина ступени и время условной стабилизации зависят от вида и состояния грунта и регламентируются таблицами 5.2-5.4 ГОСТ 20276. Интервал снятия отсчётов при выдержке на ступени в зависимости от вида грунта выбирается в соответствии с п.5.4.3 ГОСТ 20276.

По результатам испытаний строится график зависимости «Осадка-Нагрузка», по линейной части которого, начиная от «бытового давления», по четырём точкам, рассчитывается модуль деформации грунта E , МПа. Следует отметить, что испытания винтовым штампом, являются практически единственным способом оценки деформируемости слабых грунтов, особенно на больших глубинах.

Штамп ШВ60

Штамп ШВ60 (рис.1) предназначен для испытания грунтов ниже забоя скважины. Он выполнен по традиционной схеме и включает: винтовой и плоский штампы 600 см², ствол штампа диаметром 127 или 146 мм, анкерную систему А1 или А2 (максимальное усилие 60 кН) соответственно на два, три или четыре винтовых анкера диаметром 200 мм (рис.2), реперную систему, нагрузочный стол с часовыми индикаторами ИЧ-50, пневмоцилиндр, манометрическую головку с редуктором и образцовым манометром и ресивер.

Установку штампа выполняют посредством буровой установки в скважине обсаженной трубой диаметром 325 мм до отметки испытания.

Комплект регистрации результатов КРП1

Учитывая длительность проведения штамповых опытов и высокую трудоёмкость, для упрощения выполне-

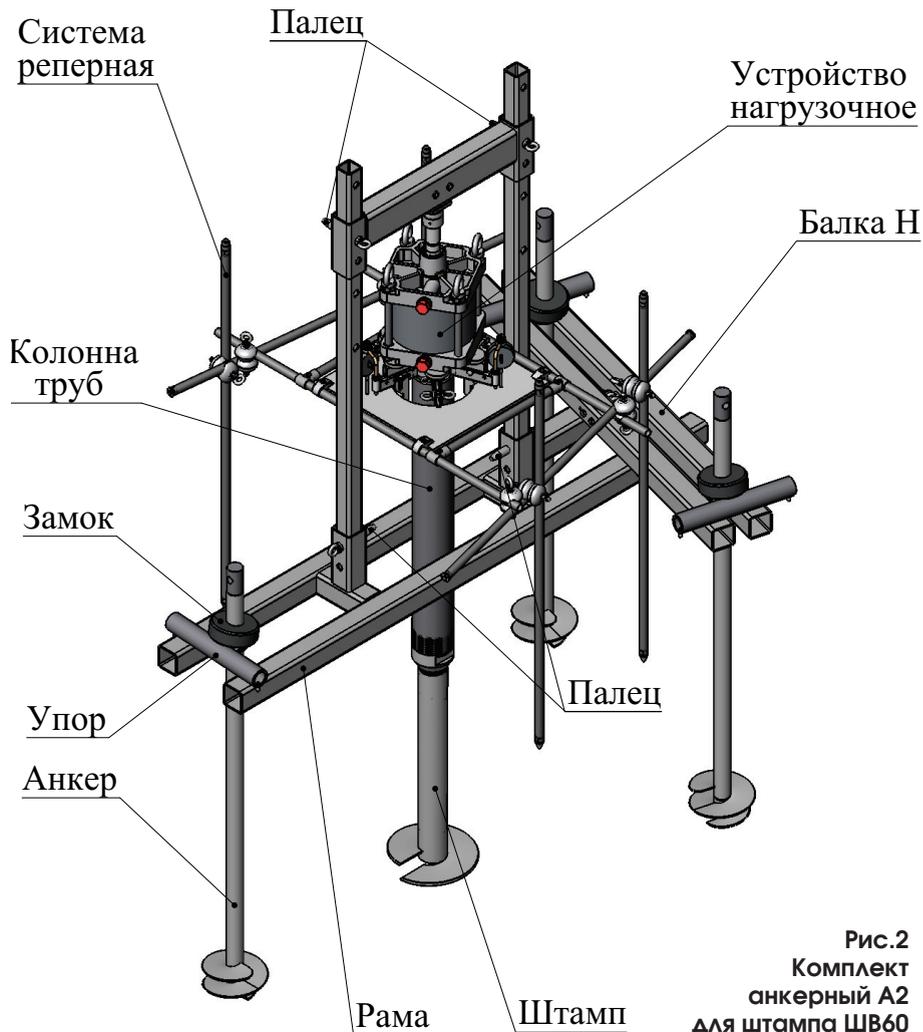


Рис.2
Комплект анкерный А2 для штампа ШВ60

ния опыта и повышения достоверности результатов испытаний разработан комплект регистрации КРП1 (рис.3), предназначенный для сохранения результатов штампового опыта в контроллере и последующей передачи в ПК для обработки.

В состав комплекта регистрации КРП1 входят: индуктивные измерители перемещений с ходом штока 100 мм, пневмомагистраль с электрическим датчиком давления до 1600 КПа, контроллер ТЕСТ — ШВК, кабель связи с ПК, аккумулятор 12 вольт и кабель питания. Измерители

перемещений расположены в транспортном контейнере.

Тарировка комплекта регистрации КРП1 выполняется предприятием изготовителем и при эксплуатации выполняются лишь контрольные испытания для проверки работоспособности измерительного тракта, для чего используется транспортный контейнер, посредством которого задаются контрольные перемещения, измеряемые контроллером ТЕСТ-ШВК. Допустимые отклонения результатов регламентируются паспортными данными.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАМПА ШВ60

Наименование параметра или характеристики	Номинальное значение характеристики
Диаметр штампа, мм	277
Шаг лопасти штампа, мм	50
Диаметр ствола штампа в нижней части, мм	89
Диаметр ствола, мм	127/146
Толщина лопасти, мм	10
Максимальное давление на грунт, кПа	1000
Максимальный ход пневмоцилиндра, мм	100
Максимальная глубина испытания, метров без промежуточных опор, при диаметре ствола, мм	12(127)/15(146)
Тип нагрузочной системы	Пневматическая
Максимальное давление в нагр. системе, кПа	1200
Погрешность измерения перемещений, мм, не менее	0.1
Диапазон рабочих температур	(-20...+60)°C
Масса комплекта, кг, не более	120

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

Рис.3
Комплект регистрации
КРП1



Такие испытания следует проводить 1 раз в квартал или в любой момент при обнаружении дефектов элементов КРП1.

Методика проведения опыта и обработка результатов

Опыт начинают с установки штампа на отметку испытания, монтажа анкерной и реперной системы, установки нагрузочного стола и пневмоцилиндра. Далее, вместо часовых индикаторов ИЧ-50 устанавливаются и закрепляются измерители перемещений, соединяющиеся с пневмомагистралью посредством разъёмов. К пневмомагистрالي подключается контроллер ТЕСТ-ШВК и манометрическая головка с ресивером. В ресивер закачивают воздух и подключают контроллер к аккумулятору.

Общий вид штампа ШВ60 с комплектом регистрации КРП1, показан на Рис.4.

Посредством Меню контроллера задаются исходные данные для проведения опыта, а именно: схема нагружения (нагрузка, нагрузка/разгрузка), глубина испытания, номер опыта, вид и состояние грунта. В зависимости от глубины испытания и веса оборудования, Программа контроллера рекомендует величину первой ступени давления под штампом.

При выборе вида и состояния грунта Программа, в соответствии с Таблицами ГОСТ 20276, назначает нагрузочные и временные параметры

опыта: величину рядовой ступени нагрузки, время выдержки на ступени до выполнения критерия условной стабилизации деформаций и интервал сохранения данных.

Оператор посредством редуктора манометрической головки задаёт величину первой ступени давления и запускает программу выполнения опыта. Контроллер начинает сохранение и анализ опытных данных, которые в режиме реального времени отображаются на дисплее. После выполнения критерия стабилизации, контроллер подаёт звуковой сигнал, Оператор посредством редуктора задаёт следующую ступень нагрузки и продолжает выполнение опыта до его завершения. Если выбрана схема нагружения — нагрузка/разгрузка, Оператор посредством редуктора снижает давление двойными ступенями.

Отметим, что при работе с комплектом регистрации Оператор может дистанционно контролировать все параметры выполнения опыта и задавать ступени давления, располагаясь, например, в тёплом кунге или салоне автомашины, так как длина пневмомагистрالي, соединяющей пневмоцилиндр с манометрической головкой составляет 10 метров.

После завершения опыта данные передаются в программу для последующей обработки и сохраняются в базе внешней программы вместе с тарировочными параметрами данного комплекта регистрации, зашитыми в ПО контроллера.

При обработке результатов возможна генерация следующих отчётов: Паспорт штампового опыта с графиком испытаний и рассчитанным модулем деформации грунта, Протокол испытания с результатами измерений и Графики развития деформаций на ступенях.

Проблемы и дополнительные возможности оборудования

Известные ограничения на использование винтовых штампов на небольших глубинах (Таблица 5.1 ГОСТ 20276), не имеют разумного обоснования и связаны, прежде всего, с российским менталитетом. Штмп площадью 5000см², считается эталонным потому, что устанавливается в шурфах или дудках с возможностью визуального контроля правильности установки, поэтому и даёт надёжные результаты, которым верят проектировщики. При использовании винтового штампа, возможны варианты, т.к. результат во многом зависит от корректной установки лопасти на отметке испытания. Это общеизвестно, поэтому имеет место недоверие к результатам, полученным при использовании винтовых штампов, что и мешает их широкому использованию. При установке винтовых штампов контроль выполняется, если вообще выполняется, по вертикальному перемещению ствола за один оборот лопасти. В целом, совпадение величины перемещения с шагом, является достаточным условием, подтверждающим коррект-



ность установки лопасти на отметке испытания, что предполагает получение надёжных результатов.

Проблема в том, что контролировать параметры этого процесса можно только в момент установки штампа, т.е. полностью полагаясь на исполнителя, которому достаточно трудно объяснить, что результат испытаний во многом зависит от него лично.

При формализации данного процесса и сохранении его параметров в Протоколе испытания можно изменить существующее мнение и расширить объёмы применения винтовых штампов.

Вторая проблема состоит в том, что ГОСТ 20276 не предусматривает корректировку величины модуля деформации, полученного по результатам испытаний штампом 600 см², хотя известно, что штамп 600см², по крайней мере для глинистых грунтов, даёт более осторожную оценку модуля, т.е. занижает результаты, в сравнении со штампом 5000 см².

ГОСТ 20276 предусматривает для штампов всех типов только один режим проведения опыта — «медленный», независимо от класса ответственности сооружения, поэтому испытания штампов продолжаются до нескольких суток.

Логично было бы предусмотреть в ГОСТ «быстрый» режим испытаний, для менее ответственных сооружений, что позволило бы за тоже время провести ряд опытов и получить статистические оценки результата. Это не исключает использование корректировочных коэффициентов K_{rt} для перехода от «быстрого» режима к «медленному», аналогично прессиометрам.

ГОСТ 20276 не допускает для штамповых испытаний и сокращения времени условной стабилизации в зависимости от повышения точности измерения перемещений, как для радиальных прессиометров, несмотря на то, что скорости деформации, соответствующие принятым критериям стабилизации, остаются постоянными.

Всё это ограничивает использование винтовых штампов при выполнении инженерно-геологических изысканий, хотя такие испытания могут дать достоверные оценки модуля деформации грунтов, особенно слабых и структурно-неустойчивых.

Использование комплекта регистрации КРП1 в составе винтового штампа позволяет значительно повысить достоверность результатов испытаний за счёт исключения ошибок Оператора при назначении исходных данных, выборе параметров проведения опыта и контроле его выполнения. Для качественного выполнения опыта Оператор может и не знать требований ГОСТ 20276 к методике штамповых испытаний.

Его задача сводится к корректной установке штампа на отметке испытания, правильному монтажу оборудования и аккуратному выполнению рекомендаций контроллера.

При использовании комплекта регистрации появляются дополнительные возможности по контролю выполнения опытов и у специалистов геологов, т.к. параметры испытания сохраняются и отображаются в Программе в режиме реального времени, а в Программу могут быть переданы только из контроллера. При обработке результатов и расчёте модуля деформации программно учитываются поправки на вес оборудования и упругие деформации ствола штампа от действующих нагрузок.

Комплект регистрации позволяет также существенно снизить трудо-

ёмкость работ и упростить проведение опыта, т.к. контроль параметров можно осуществлять дистанционно, причём Оператор, находясь на расстоянии до 50 метров от штампа, по радиоканалу получит сигнал о выполнении критерия стабилизации на ступени и необходимости задания следующей ступени нагрузки.

Отметим также, что ПО контроллера может быть изменено для выполнения испытаний по любым другим методикам, например, при испытаниях по медленному режиму, могут быть отслежены критерии стабилизации для быстрого режима и получены коэффициенты перехода K_{rt} или реализована методика испытаний с заданной скоростью нагружения (деформирования). 



Рис.4
Штамп ШВ60
с комплектом
регистрации