

## СПОСОБ ВИНТОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ГРУНТОВ В МАССИВЕ В ПРОЦЕССЕ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

**В.И. МИШАНОВ**  
**Г.Г.БОЛДЫРЕВ**

**Аннотация:** В статье рассматривается новый способ полевых испытаний грунтов выраженный в совмещении процесса шнекового бурения и получения прочностных характеристик по всей глубине исследований грунтового массива. На данном этапе развития цифровых коммуникационных технологий появилась возможность получать информацию по прочностным характеристикам непосредственно с забоя скважины при наиболее простом (для песчано-глинистого разреза) бурении.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Как всем известно наиболее слабые водонасыщенные грунты являются также *наиболее слабо* изученными по прочностным и деформационным характеристикам, особенно на больших глубинах. Данные грунты, чаще всего и являются основными виновниками аварий зданий и сооружений.

Причина плохой изученности этих грунтов основана на невозможности получить реальную картину прочностных и деформационных характеристик грунтов ни полевыми методами, ни лабораторными.

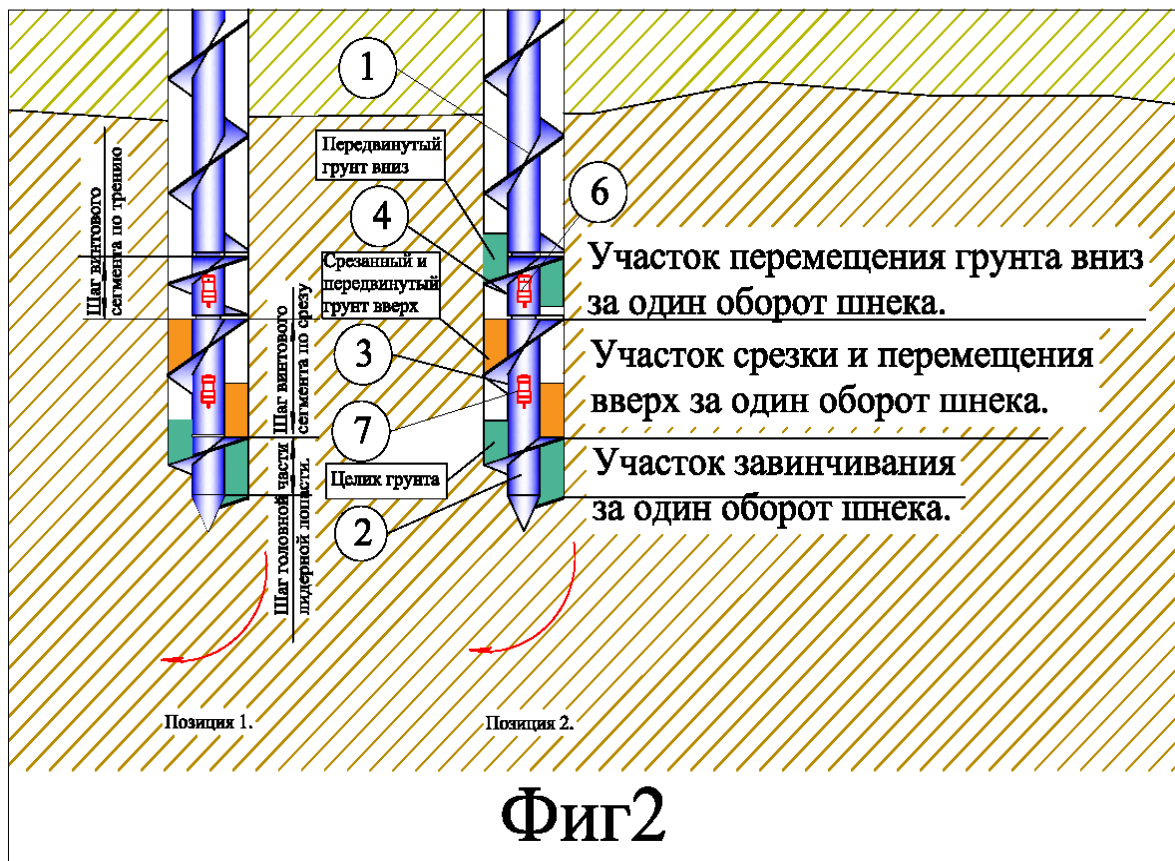
Задачи эти надо решать простыми способами, чтобы не было желания у ответственных лиц заменить способ бурения на более простой, уменьшить глубину скважины, а то и вовсе пробурить через одну, подрисовать графики проведения полевых испытаний грунтов.

Способ решающий эти проблемы сейчас дорабатывается. Это испытания грунтов в массиве в процессе шнекового бурения.

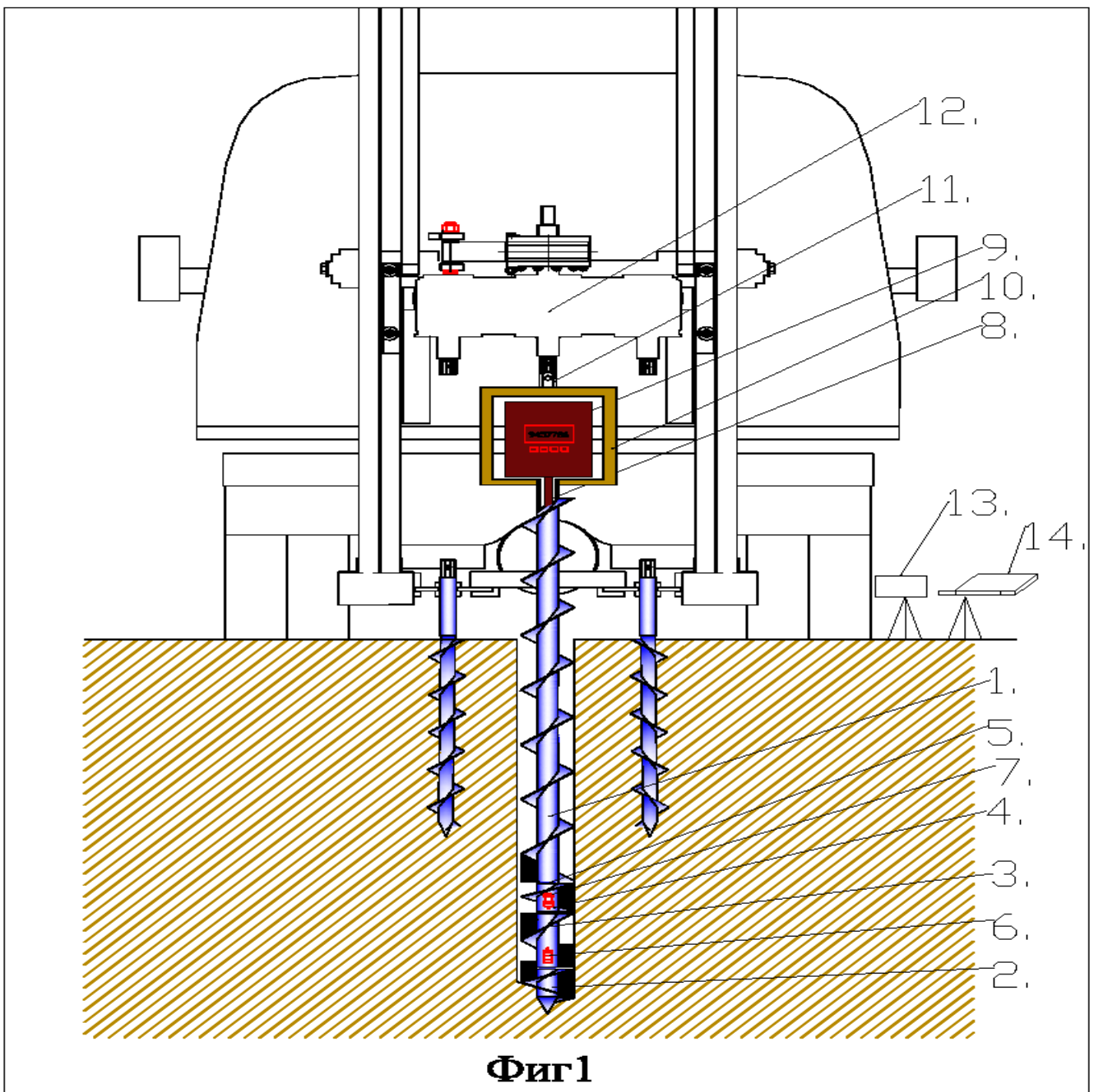
### 2. ТЕХНОЛОГИЯ ВИНТОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Предлагаемый способ совмещает процесс шнекового бурения и одновременное получение прямых прочностных показателей (срезающего усилия  $T_{ср}$  и трения  $T_{тр}$ ) в результате внедрения винтового зонда в грунтовой массив. Кроме того получение непрерывной информации позволяет точно установить границы слоев, а при извлечении шнековой колонны описать визуально грунты и отобрать пробы на лабораторные анализы.

На фигуре 2. Показан процесс срезания грунта при испытании.

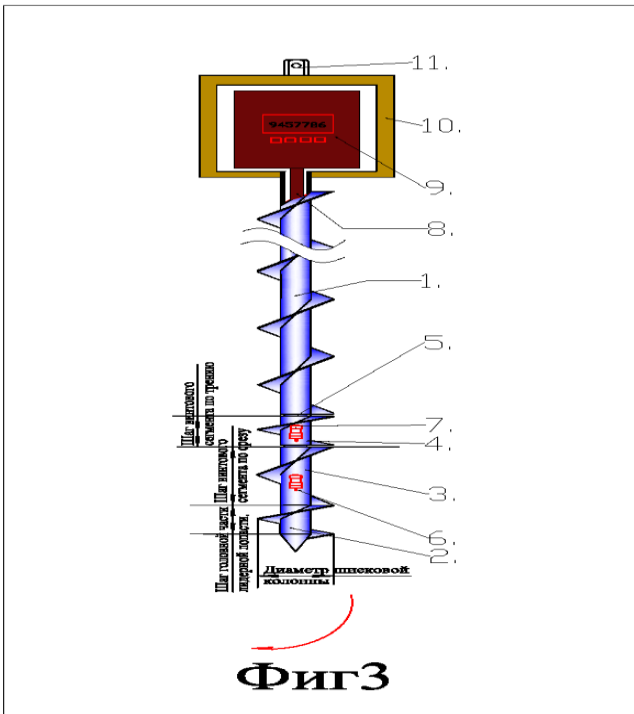


На фигуре 1 показана установка и устройство для получения прочностных характеристик в процессе шнекового бурения. Устройство включает, шнековую колонну (1) соединенную жестко с забуривающим спиральным зондом, который выполнен по оси составным из двух частей, лидерной лопасти (2) и направляющей полый втулки (5) и снабжен выше двумя дополнительными промежуточными секциями (3) и (4). Секции, в свою очередь, смонтированы на втулке (5) с возможностью осевого перемещения и жестко связаны через стержни с цифровыми датчиками силы (6) и (7), расположенными в пределах промежуточных секций, при этом первая от лидера (2) спиральная лопасть промежуточной секции на срез (3), выполнена с углом наклона превышающим угол наклона забуривающего спирального зонда, а спиральная лопасть 2-ой промежуточной секции для замера трения грунта (4), выполнена с углом наклона равным углу наклона лидерной лопасти (2). Для обеспечения возможности отбора образцов грунта и, в некоторых случаях, избегания уплотнения грунта в процессе испытаний верхняя секция спирального зонда выполнена с ребордой имеющей шаг превышающий шаг лидерной лопасти. Сигналы, поступающие от цифровых датчиков силы (6) и (7), передаются по грузонесущему кабелю (8), пропущенному внутри шнековой колонны, к блоку сбора информации (9) через интерфейс (13) на удаленный компьютер (14). Крутящий момент на спиральный зонд передается от вращателя привода буровой (12) через переходник (11).



Для производства данных испытаний готовится буровая установка на базе Газели «Фермер» Установка изготавливается с возможностью синхронизировать подачу и вращение – за 1 оборот вращателя каретка перемещается на 1 шаг лопасти лидера.

На фигуре 3. Показан один из вариантов устройства для испытания грунтов в процессе зондирования



Устройство содержит спиральный зонд, состоящий из краевых секций - шнековой колонны (1) и лидерной лопасти (2), а так же двух промежуточных секций (3) и (4), сидящие на направляющей втулке (5), с возможностью перемещения в осевом направлении, и связанные жестко с датчиками силы (6) и (7), которые в свою очередь связаны через грузонесущий кабель (8) с блоком сбора информации, а шнековая колонна через опорную скобу (10) и переходник (11) связана с вращателем (12) буровой установки (Фигура 1).

Угол наклона промежуточной секции (3) для замера срезающего усилия превышает угол наклона лидерной лопасти (2) в предлагаемом устройстве в 2 раза, а угол наклона лопасти промежуточной секции (4) для замера трения срезанного грунта по грунту. В свою очередь угол наклона лопастей шнековой колонны (1), обеспечивающих вынос грунта на поверхность больше угла наклона забуривающей секции.

Испытание в массиве в соответствии с предложенным способом с помощью описанного устройства осуществляется следующим образом. При внедрении устройства в грунтовый массив лидерная лопасть через шнековую колонну ввинчивается в грунтовый массив без его нарушения. По мере дальнейшего внедрения устройства происходит срез грунта спиральной лопастью промежуточной секции по цилиндрической поверхности, ограниченной окружностью спиральной лопасти и длиной срезающей секции. Срез грунта происходит вследствие разницы угла наклона спиральной лопасти лидера и первой промежуточной (срезающей) секции (в данном устройстве в 2 раза). В процессе дальнейшего внедрения зонда срезанный грунт поступает во вторую промежуточную секцию (для замера трения грунта о грунт). В пределах этой секции за счет уменьшения угла наклона лопасти до угла наклона лопасти лидерной секции срезанный грунт возвращается в исходное положение. Усилия, возникающие в промежуточных секциях, передаются на датчики силы, которые передают информацию через грузонесущий кабель на блок сбора информации. Дальнейшее внедрение зонда обеспечивает непрерывное получение

информации и вынос грунта на поверхность для изучения и отбора проб при увеличенном шаге по сравнению с лидером шнековой колонны. Для получения грунта с меньшими нарушениями шнековая колонна также изготавливается с шагом лопасти лидера, в этом случае грунт, заключенный между витками спиральной лопасти и шнековой колонны, описывается визуально и отбирается после извлечения устройства.

Подобная система измерения осевого усилия при срезе грунта и перемещение срезанного грунта в прежнее положение обеспечивает возможность прямого определения срезающего усилия и усилия трения в противоположность косвенному расчетному методу определения при измерении вращающего момента. Это позволяет значительно повысить точность исследования грунтов.

Помимо вертикального расчленения массива по изменению значения срезающего усилия, на основании полученных данных в любой точке грунтового массива могут быть определены сдвиговые характеристики грунта с использованием известных формул.

$$T_{ср} = \frac{P_{ср}}{\pi D h_{ср}} \quad T_{тр} = \frac{P_{тр}}{\pi D h_{тр}}$$

Где  $T_{ср}$  и  $T_{тр}$  — Соппротивление грунта срезу и по трению.

$D$  - Диаметр спиральной лопасти срезающей секции зонда

$h_{ср}$  и  $h_{тр}$  - Высота поверхности среза и трения, равные длине срезаемой секции спирального зонда.

Применение предложенного способа испытания грунтов в массиве исключает необходимость поинтервального испытания с периодическими остановками спирального зонда. Это упрощает технологический процесс, позволяет исключить вспомогательные операции (особенно наиболее трудоемкие по бурению опытной скважины), а также обеспечивает непрерывное получение информации на всю глубину залегания исследуемых грунтов. Помимо снижения трудоемкости и повышения производительности предложенный способ позволяет существенно повысить точность исследований за счет прямого измерения срезающего усилия. Изменяя скорости вращения зонда в сторону уменьшения и увеличивая диаметр лопасти можно получить деформационные характеристики. Это уже научные исследования на следующем этапе.

Предложенная технология испытаний может найти эффективное применение при инженерных изысканиях в строительстве и оперативном геотехническом контроле оснований, сооружаемых на намывных и насыпных грунтах.