

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИЯХ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

И.А. Корнеев, А.И. Тищенко, В.С. Афонин

Значительное влияние на величину сил сцепления в контактах глинистых частиц оказывает содержание влаги. В лессовых грунтах, представляющих собой трехфазные системы, с влажностью от максимальной гигроскопической до нижнего предела пластичности следует учитывать присутствие капиллярных менисков, которые стягивают частицы и повышают структурную связанность [1].

Влажностью грунта называют отношение массы воды, содержащейся в данном объеме грунта, к массе этого объема грунта. В лабораторных условиях определение природной влажности грунта выполняют весовым способом. Этот способ достаточно трудоемок, требует специального оборудования (весы с точностью 0,01 г, сушильный шкаф) и больших затрат времени, т.к. образцы необходимо высушить не менее 6 часов и дать им остыть не менее 30-40 минут. Важно отметить, что после определения природной влажности образцов грунта весовым способом, образцы непригодны для дальнейших испытаний.

Существуют и другие методы измерения влажности лессовых грунтов. Одним из самых распространенных способов определения влажности грунтов является кондуктометрический метод. Он основан на зависимости между влажностью грунта и его электрическим сопротивлением. Датчики таких влагомеров большей частью выполняются в виде игольчатых щупов и гребенок [2] (рисунок 1).

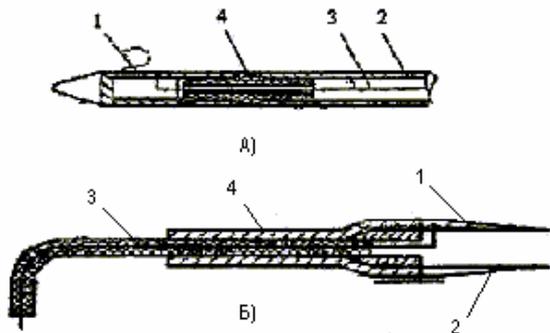


Рис. 1. Кондуктометрические датчики

На рисунке 1, а представлен кондуктометрический датчик который имеет два полых металлических цилиндра 1 и 2, расположен-

ных на оси на некотором расстоянии друг от друга. Верхний электрод 2 заземляется, электрод 1 посредством провода 3 подключается к измерительному устройству. Электроды соединены механически с помощью изоляционной втулки 4.

Другая конструкция преобразователя - щупа («гребенка») [3, 4] показана на рисунке 1, б. Electroдами являются два заостренных стержня 1 и 2, смонтированных в рукоятке 4 из изоляционного материала. Через центральное отверстие рукоятки проходит гибкий коаксиальный кабель 3 для присоединения датчика к вторичной цепи.

Недостатками кондуктометрического метода являются:

1. необходимость обеспечения постоянного, электростабильного контакта электрод-грунт;
2. влияние на результат измерения состава грунта - наличие солей и других электропроводящих примесей.

Молдавским научно-исследовательским институтом был разработан специальный влагомер грунта «ДНЕСТР». В основу работы этого прибора положена зависимость между влажностью грунта и электродвижущей силой, которая возникает вследствие поляризации платиновых электродов при пропускании через грунт, заключенный между электродами, постоянного тока. Особенностью влагомера этой системы является то, что и практически не реагирует на соли и другие электропроводящие примеси. Данный влагомер укомплектован буром и щупом. Бур предназначен для отбора проб грунта с разных глубин. Проба, взятая буром из шурфа, закладывается в приемник-датчик, смонтированный на панели прибора. Датчик имеет два пластинчатых контакта и стойку из плексигласа, в которую помещают пробу [2].

Указанные выше методы и приборы имеют общий значительный недостаток, при их использовании образцы грунта непригодны для дальнейших испытаний. Нами было отдано предпочтение именно емкостному методу вследствие его простоты, недорогой реализуемостью и достаточно высокой точностью измерения. Главным его достоинством явля-

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИЯХ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

ется возможность неразрушающего измерения влажности образцов грунта.

Авторы разработали влагомер грунта емкостного типа. При разработке влагомера были учтены полученные ранее результаты по электроемкостному измерению неэлектрических величин с использованием первичных преобразователей с так называемой перекрестной емкостью и трансформаторных измерительных мостов [5].

Предлагается использовать в качестве первичного преобразователя влажности грунтов конденсатор с перекрестной емкостью. Подобные конденсаторы известны в области метрологии как высокостабильные емкостные элементы и используются в качестве образцовых мер малой емкости [6]. Конструктивно такой конденсатор выполнен в виде системы, как минимум, четырех электродов, расположенных на поверхности цилиндра с соблюдением условия, что частичные емкости каждой пары взаимно противоположных электродов равны. При этом условии емкость каждой пары на единицу длины будет постоянной и равна:

$$C = \varepsilon L n^2, \quad (1)$$

где ε - диэлектрическая проницаемость среды между электродами.

Кажущийся недостаток таких конденсаторов - малая емкость легко обходится при использовании специальных схем измерения трансформаторного измерительного моста [5]. Именно в сочетании с последними, конденсаторы с перекрестной емкостью нашли свое применение.

Реализуется влагомер в соответствии с функциональной схемой, представленной на рисунке 2. Влагомер грунтов содержит высокочастотный генератор 1, трансформатор 2 с тесной индуктивной связью между вторичными обмотками 3 и 4. Первичный преобразователь 5 содержит потенциальный 6 и измерительный 7 электроды, образующие совместно с экранными электродами 8 и 9 конденсатор с перекрестной емкостью. Измерительное плечо, состоящее из вторичной обмотки 3 трансформатора и первичного преобразователя 5, уравнивается компенсационным плечом, состоящим из вторичной обмотки 4 трансформатора 2 и цифро-аналогового преобразователя 14. После взаимодействия плеч, результирующий ток усиливается уси-

лителем тока 10 и детектируется амплитудофазовым детектором (АФД) 11. Выходной сигнал с компаратора 12 приходит в микроконтроллер 13, который по определенной логике управляет посредством ЦАП компенсационным плечом.

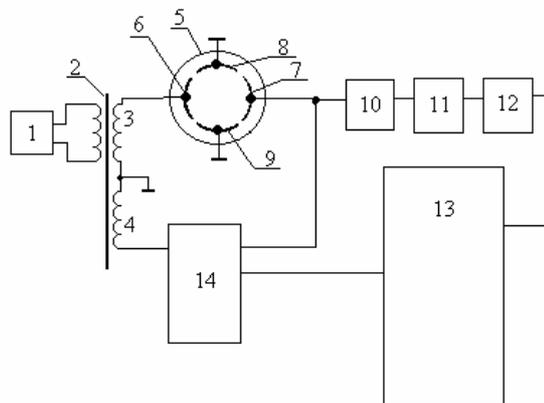


Рис. 2. Функциональная схема влагомера грунта

Полученные данные измерений влажности образцов лессовых грунтов оснований длительно эксплуатируемых зданий близки по значениям с результатами полученными в лабораторных условиях весовым способом, что подтверждает правомерность выбранного емкостного метода определения влажности грунта

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров И.К., Щукин А.И. Методы и отечественные приборы для измерения, автоматического контроля и регулирования влажности твердых тел. - М.: ЦИНТИ ЭЛЕКТРОПРОМ, 1962.-111 с.
2. Берлинер М.А. Измерения влажности. - М.: Энергия, 1973. —400 с.
3. Патент 1806367 (СССР). Электрический датчик влажности / А.И. Хомченко, В.В. Ветров, С.В. Посохова. Оpubл. в Б.И., 1993, № 22.
4. Осипов В.И. Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. - М.: Изд-во МГУ, 1979.
5. Карандеев К.Б. и др. Быстродействующие электронные компенсационно-мостовые приборы. М.: Энергия, 1966.
6. Горбова Г.М. Теория и разработка бесконтактных электроемкостных трехэлектродных первичных измерительных преобразователей линейных перемещений: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Барнаул, 2003.-260 с.