

УСКОРЕННЫЙ СПОСОБ СИТОВОГО АНАЛИЗА ГРУНТОВ И ПОЧВ

А.А. СЕРИКОВА¹, А.А. БАЙРАЧНАЯ¹, В.В. ДЕНИСЕНКО¹, П.А. ЛЯШЕНКО²

¹Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: devivi@yandex.ru

²Кубанский государственный аграрный университет,
350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
электронная почта: lyseich1@yandex.ru

Приведены недостатки известных способов ситового анализа, применяемых для определения гранулометрического состава грунтов и почв. Описан предлагаемый ускоренный способ ситового анализа грунтов и почв. Отмечено, что ускоренный способ ситового анализа грунтов и почв исключает длительные операции высушивания отмытых твердых частиц, не требует использования сушильного и взвешивающего оборудования, упрощает и значительно сокращает время выполнения ситового анализа грунтов и почв и может применяться как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Ключевые слова: ситовой анализ, гранулометрический состав, фракции, твердые частицы, грунт, почва.

Основными недостатками известных методов ситового анализа, применяемых для определения гранулометрического состава грунтов и почв [1-8] являются:

- необходимость использования сушильно-взвешивающего оборудования;
- значительные затраты времени на высушивание твердых фракций до постоянства веса;
- необходимость горизонтальной установки взвешивающего оборудования на жесткой, исключающей вибрации, подставке.

Указанные недостатки известных способов ситового анализа усложняют и удлиняют определение гранулометрического состава грунтов и почв и не позволяют его проводить в полевых условиях.

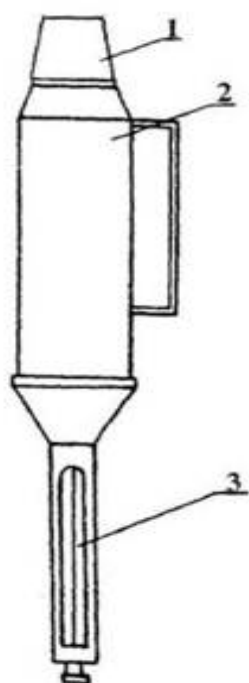
Предлагаемый ускоренный способ ситового анализа для определения гранулометрического состава грунтов и почв исключает указанные недостатки.

Для проведения ускоренного способа ситового анализа грунтов и почв требуются: комплект сит с квадратными или круглыми ячейками размерами 10; 5; 2; 1; 0,500; 0,250; 0,150; 0,100; 0,084; 0,063; 0,050 и 0,040 мм и диаметром

корпуса 250-125 мм [7-8]; отстойник ОМ-2 [3]; воронка диаметром немного больше диаметра корпуса сит и мерный стакан емкостью 1000 мл.

Отстойник ОМ-2 предназначен для определения процентного содержания песка и других примесей в буровых растворах. Отстойник состоит (рисунок 1) из цилиндрического сосуда 2 со съемной уплотнительной крышкой 1 и съемной стеклянной бюретки 3. Бюретка соединяется с нижней частью сосуда через герметизирующую резиновую прокладку и закрепляется прижимным винтом.

Емкость цилиндрического сосуда отстойника составляет 500 см^3 , бюретки – 10 см^3 . Цена деления градуировки бюретки составляет $0,1 \text{ см}^3$.



а)



б)

Рисунок 1 – Общий вид (а) и внешний вид (б) отстойника ОМ-2

Ускоренный способ ситового анализа для определения гранулометрического состава грунтов и почв заключается в следующем.

Мерный стакан наполняют на $3/4-4/5$ водой и взвешивают.

Грунт, подлежащий ситовому анализу, хорошо перемешивают и методом квартования отбирают пробу, которую небольшими порциями высыпают в мерный стакан с периодическим перемешиванием для удаления воздуха и взвешиванием, доводя массу пробы грунта до 50-60 г.

Разбавленный водой грунт перемешивают и небольшими порциями переносят на комплект чистых предварительно смоченных водой сит, расположенных одно под другим в порядке уменьшения размера ячеек сверху вниз.

Порционный перенос разбавленного водой грунта на комплект сит производят при одновременной промывке струей воды и непрерывном встряхивании всего комплекта сит. Очередную порцию разбавленного водой грунта переносят на сита только после полной промывки предыдущей и стекания воды со всех сит. Встряхивание комплекта сит производят вручную или механически.

При ручном встряхивании комплект сит перемещают по дуге в горизонтальной плоскости с одновременным постукиванием пальцами по корпусу сит. Для ускорения прохождения твердых частиц грунта через сита производят легкое постукивание кончиками пальцев снизу по сетке нижнего сита.

Механическое встряхивание комплекта сит производят с помощью виброплощадки любой конструкции или специального вибростола.

Промывку твердых частиц грунта, оставшихся на ситах, проводят до полного осветления промывной воды. Затем производят окончательную раздельную промывку каждого сита. Сначала промывают верхнее сито, которое размещают таким образом, чтобы вся промывная вода стекала на нижние оставшиеся сита. Аналогично промывают следующее сито и т.д.

После полной промывки всех сит определяют объем твердых частиц грунта, оставшихся на ситах, путем переноса их с каждого в отдельности сита в отстойник. Для этого берут из комплекта одно из сит, переворачивают над воронкой, хвостовик которой должен быть опущен в отстойник, закрепленный вертикально в штативе, и промывают тонкой струей воды до полного смыва всех частичек с сита в отстойник. Затем промывают воронку.

Жидкости в отстойнике дают отстояться в течение 1-2 мин для частичек размером более 0,074 мм и 3-5 мин – для частичек размером 0,074-0,040 мм после

чего определяют по шкале бюретки отстойника объем осевших твердых частиц грунта.

Аналогично определяют объем твердых частиц грунта с других сит.

Если на ситах остается слишком мало или слишком много твердых частичек грунта, объем которых определить с помощью отстойника затруднительно, то объем пробы анализируемого грунта следует соответствующим образом увеличить или уменьшить.

Результаты ситового анализа определяют в процентах по формуле

$$F_i = \frac{V_i \cdot \rho_s}{m_{\text{ао}}} \cdot 100,$$

где F_i – содержание i -ой фракции твердых частиц в грунте, %;

V_i – объем i -ой фракции твердых частиц грунта, см^3 ;

$m_{\text{зр}}$ – масса пробы грунта, взятая для ситового анализа, г;

ρ_s – плотность твердых частиц грунта, $\text{г}/\text{см}^3$. Для упрощения и ускорения определения гранулометрического состава грунтов принимается среднее значение плотности твердых частиц грунта, равное $2,7 \text{ г}/\text{см}^3$;

i – размер определяемой фракции, мм.

Пример. В результате проведения ситового анализа ускоренным способом 100 г грунта с помощью комплекта сит, имеющих размеры ячеек 0,25; 0,1; 0,08 и 0,04 мм, объем твердых частичек, оставшихся на ситах, составил: на сите 0,25 мм – $1,5 \text{ см}^3$; на сите 0,1 мм – $0,8 \text{ см}^3$; на сите 0,08 мм – $1,1 \text{ см}^3$; на сите 0,04 мм – $1,7 \text{ см}^3$.

Содержание твердых частиц анализируемого грунта по фракциям составляет:

- частиц размером $> 0,25$ мм

$$F_{>0,25} = \frac{V_{>0,25} \cdot 2,7}{m_{\text{ао}}} \cdot 100 = \frac{9,5 \cdot 2,7}{100} \cdot 100 = 25,65 \%;$$

- частиц размером 0,25-0,10 мм

$$F_{0,25-0,10} = \frac{V_{0,25-0,10} \cdot 2,7}{m_{\text{ао}}} \cdot 100 = \frac{2,8 \cdot 2,7}{100} \cdot 100 = 7,56 \%;$$

- частиц размером 0,10-0,08 мм

$$F_{0,10-0,08} = \frac{V_{0,10-0,08} \cdot 2,7}{m_{\text{а\delta}}} \cdot 100 = \frac{2,1 \cdot 2,7}{100} \cdot 100 = 5,67 \%;$$

- частиц размером 0,08-0,04 мм

$$F_{0,08-0,04} = \frac{V_{0,08-0,04} \cdot 2,7}{m_{\text{а\delta}}} \cdot 100 = \frac{1,9 \cdot 2,7}{100} \cdot 100 = 5,13 \%$$

Таким образом, рассмотренный ускоренный способ ситового анализа грунтов и почв исключает длительные операции высушивания отмытых твердых частиц, не требует использования сушильного и взвешивающего оборудования, упрощает и значительно сокращает время выполнения ситового анализа грунтов и почв и может применяться как в лабораторных, так и в полевых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шептала Н.Е. Руководство по физико-химическому анализу глинистых растворов, глин, утяжелителей и реагентов. – М.: Недра, 1974. – 152 с.
2. Справочник инженера по бурению. Т. 1. – М.: Недра, 1973. – 520 с.
3. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. – М.: Недра, 1975. – 304 с.
4. Резниченко И.Н., Денисенко В.В., Горбачев Н.А. Технология очистки буровых растворов и регулирования содержания в них твердой фазы. Обзор отечественной и зарубежной литературы / Научно-технический обзор. Серия: «Бурение». – М.: ВНИИОЭНГ, 1976. – 52 с.
5. Резниченко И.Н., Чмырев Ю.П., Денисенко В.В. Экспресс-метод оценки эффективности устройств для очистки бурового раствора / Техника и технология промывки и крепления скважин. Труды ВНИИКРнефти. – Краснодар: ВНИИРКнефть, 1976, вып. 11. – С. 26-29.
6. Денисенко В.В., Панченко Н.Г. Номограмма для определения размера частиц при ареометрическом и пипеточном анализах / Инженерно-строительные изыскания. – М.: Стройиздат, 1978, № 2 (50). – С. 54-59.
7. Денисенко В.В. Способы определения содержания и состава твердой

фазы в буровых растворах. Обзоротечественной и зарубежной литературы / Научно-технический обзор. Серия: «Бурение». – М.: ВНИИОЭНГ, 1980. – 56 с.

8. Денисенко В.В. Экспресс-метод ситового анализа буровых растворов и суспензий / Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – Краснодар: КубГТУ, 2016, № 2. – С. 35-40. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/807>.

REFERENCES

1. Sheptala N.E. Rukovodstvo po fiziko-khimicheskomu analizu glinistykh rastvorov, glin, utyazheliteley i reagentov. – М.: Nedra, 1974. – 152 s.

2. Spravochnik inzhenera po bureniyu. T. 1. – М.: Nedra, 1973. – 520 s.

3. Chapovskiy E.G. Laboratornye raboty po gruntovedeniyu i mekhanike gruntov. – М.: Nedra, 1975. – 304 s.

4. Reznichenko I.N., Denisenko V.V., Gorbachev N.A. Tekhnologiya ochistki burovyykh rastvorov i regulirovaniya sodержaniya v nikh tverdoy fazy. Obzor otechestvennoy i zarubezhnoy literatury / Nauchno-tekhnicheskiy obzor. Seriya: «Burenie». – М.: VNIIOENG, 1976. – 52 s.

5. Reznichenko I.N., Chmyrev Yu.P., Denisenko V.V. Ekspress-metod otsenki effektivnosti ustroystv dlya ochistki burovogo rastvora / Tekhnika i tekhnologiya promyvki i krepleniya skvazhin. Trudy VNIKRnefti. – Krasnodar: VNIIRKneft, 1976, vyp. 11. – S. 26-29.

6. Denisenko V.V., Panchenko N.G. Nomogramma dlya opredeleniya razmera chastits pri areometricheskom i pipetochnom analizakh / Inzhenerno-stroitelnye izyskaniya. – М.: Stroyizdat, 1978, № 2 (50). – S. 54-59.

7. Denisenko V.V. Sposoby opredeleniya sodержaniya i sostava tverdoy fazy v burovyykh rastvorakh. Obzorotechestvennoy i zarubezhnoy literatury / Nauchno-tekhnicheskiy obzor. Seriya: «Burenie». – М.: VNIIOENG, 1980. – 56 s.

8. Denisenko V.V. Ekspress-metod sitovogo analiza burovyykh rastvorov i suspenziy / Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – Krasnodar: KubGTU, 2016, № 2. – S. 35-40. – URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/807>.

RAPID METHOD SIEVE ANALYSIS GROUND AND SOILS

A.A. SERIKOVA¹, A.A. BAYRACHNAYA¹, V.V. DENISENKO¹, P.A. LYASHENKO²

¹*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya str., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: devivi@yandex.ru*

²*Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina str., Krasnodar, Russian Federation, 350044,
e-mail: lyseich1@yandex.ru*

Disadvantages of known methods are given sieve analysis, used to determine the particle size distribution of ground and soils. Described proposed an accelerated method of sieve analysis of ground and soils. It is noted that an accelerated method of sieve analysis of ground and soils eliminates time-consuming operations of drying the washed solids, does not require drying and weighing equipment, simplifies and significantly reduces the runtime of sieve analysis of ground and soils and can be used both in the laboratory and in the field.

Key words: sieve analysis, particle size distribution, the fraction solids ground soil.