

■ РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ / DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF REFERENCE MATERIALS

DOI: 10.20915/2077-1177-2018-14-1-2-33-38

УДК 006.9:53.089.68:624.131.22

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТА ГЛИНИСТОГО (СУГЛИНКА)

© И. Н. Матвеева, В. В. Толмачев

ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»),
г. Екатеринбург, Российская Федерация
E-mail: sertif@uniim.ru

Поступила в редакцию 20 февраля 2018 г., после доработки – 15 марта 2018 г.
Принята к публикации – 10 апреля 2018 г.

Введение. Представлена информация о разработке стандартного образца физических свойств грунта. Аттестуемыми характеристиками стандартного образца являются влажность на границе текучести методом балансного конуса, влажность на границе раскатывания, плотность частиц грунта пикнометрическим методом.

Материалы и методы. Установление аттестованных значений физических свойств грунта глинистого (суглинка) выполнено способом межлабораторной метрологической аттестации.

Результаты исследования. Границы абсолютной погрешности аттестованных значений влажности на границе текучести методом балансного конуса составляет 1,9%, влажности на границе раскатывания – 1,5%, плотности частиц грунта – 0,03 г/см³. Срок годности стандартного образца – 5 лет.

Обсуждения и заключения. Разработанный стандартный образец зарегистрирован в Государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов под номером ГСО 11038–2018. Стандартный образец предназначен для контроля точности результатов измерений аттестованных характеристик; проведения межлабораторных сличительных испытаний, проверки компетентности лабораторий.

Ключевые слова: грунт глинистый (суглинок), физические свойства грунта, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания, плотность частиц, стандартный образец

***Ссылка при цитировании:**

Матвеева И. Н., Толмачев В. В. Разработка стандартного образца физических свойств грунта глинистого (Суглинка) // Стандартные образцы. 2018. Т. 14. № 1-2. С. 33–38. DOI 10.20915/2077-1177-2018-14-1-2-33-38.

For citation:

Matveeva I. N., Tolmachev V. V. Development of a certified reference material for the physical properties of the soil clay (loam). Reference materials. 2018;14(1-2): 33–38 (In Russ.). DOI 10.20915/2077-1177-2018-14-1-2-33-38.

Материалы данной статьи переведены на английский язык и опубликованы в сборнике «Reference Materials in Measurement and Technology», издательство Springer.

DEVELOPMENT OF A CERTIFIED REFERENCE MATERIAL FOR THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL CLAY (LOAM)

© Ilona N. Matveeva, Vladimir V. Tolmachev

Ural Research Institute for Metrology (UNIIM), Ekaterinburg, Russian Federation
E-mail: sertif@uniim.ru

Received – 20 February 2018; Revised – 15 March 2018
Accepted for publication – 10 April 2018

Introduction. *The article presents results of developing a certified reference material for the physical properties of the soil clay (loam). The certified characteristics of the reference material are as follows: moisture content at the liquid limit via fall-cone test, moisture content at the plastic limit, soil particle density via pycnometer method.*

Materials and methods. *The certified values of the physical properties of the soil clay (loam) were determined using the method of interlaboratory metrological experiment.*

Results. *The bounds of absolute error of the certified values are as follows: 1.9% for moisture content at the liquid limit via the fall-cone test, 1.5% for moisture content at the plastic limit, 0.03 g/cm³ for soil particle density. The validity period of the certified reference material is 5 years.*

Discussion and conclusion. *The developed reference material was registered in the State Register of type-approved reference materials as GSO 11038–2018. The reference material is aimed at: controlling the accuracy of the measurement results of certified characteristics; conducting interlaboratory comparisons; testing laboratories proficiency.*

Keywords: soil clay (loam), physical properties of the soil, moisture content at the liquid limit, moisture content at the plastic limit, soil particle density, certified reference material

Используемые в статье сокращения:

СО – стандартный образец
МЛЭ – межлабораторный эксперимент

Abbreviations used in the article:

RM – reference material
IE – interlaboratory experiment

Введение

Инженерные изыскания являются важной частью любого строительства и должны предшествовать проектированию.

Правильное проектирование несущих конструкций позволяет избежать в зданиях и сооружениях разного назначения аварий, связанных с проседанием фундамента (согласно Федеральному закону от 30.12.2009 № 384-ФЗ [1]), а также обеспечить безопасность автомобильных дорог (согласно ТР ТС 014/2011 [2]).

При проведении инженерных изысканий важно точно определить основные характеристики грунта для проектных решений строительства. Все грунты отличаются друг от друга по многим признакам в соответствии с ГОСТ 25100 [3]. Физические свойства грунтов являются их характеристиками, которые описывают физическое состояние того или иного грунта и его способность к изменению своего состояния под

воздействием различных физико-химических факторов (гидрогеологический режим, тепловой режим, деформация под действием нагрузки и т. д.).

Различное оборудование дает возможность изыскательным организациям проводить исследования грунтов непосредственно на строительном участке. Однако исследование грунта на местности позволяет определить лишь инженерно-геологические условия того или иного земельного объекта, такие как состав почвы, толщина грунта, уровень промерзания почвы, наличие подземных вод и водоносных пластов и другие. Для определения же физических свойств грунта требуется проведение лабораторных исследований.

На территории Российской Федерации в большей степени преобладают песчаные и глинистые грунты. Глинистые грунты состоят в основном из пылеватых и глинистых частиц и являются одними из наиболее проблемных для строительства.

Глинистые грунты обладают свойством пластичности, то есть при увлажнении и промерзании могут переходить из одного состояния в другое (из твердого в полутвердое, далее в пластичное и текучее), поэтому детальное исследование глинистых грунтов по показателям влажности позволяет спрогнозировать изменение их состояния в ходе эксплуатации и при различных геологических условиях.

Обзор литературы

Виды и состав лабораторных определений характеристик грунтов определены в приложении М СП 11–105 [4] и ГОСТ 30416 [5]. При этом для определения той или иной характеристики грунта могут применяться разные методы, зависящие от области применения – разновидности грунта. Так, например, определение плотности частиц грунта может осуществляться пикнометрическим методом с водой для всех видов грунтов, пикнометрическим методом с нейтральной жидкостью для засоленных и набухающих грунтов или двумя пикнометрами для засоленных грунтов.

Методы лабораторного определения физических характеристик грунтов установлены в ГОСТ 5180 [6]. Основными физическими характеристиками, подлежащими определению, являются влажность, плотность, состав, водопроницаемость, деформируемость и прочность.

При проведении лабораторных определений физических свойств грунтов испытательные лаборатории должны не только иметь возможность установить фактические значения свойств, но и контролировать достоверность проводимых исследований. Результаты, полученные путем лабораторных исследований, их точность и достоверность, должны соотноситься с показателями, установленными программой инженерно-геологических изысканий.

Современная практика работ испытательных лабораторий предусматривает контроль точности полу-

чаемых результатов путем увеличения числа параллельных определений, что, несомненно, увеличивает стоимость и трудоемкость лабораторных исследований.

Качество исследований физических свойств грунта может быть обеспечено применением СО утвержденного типа для каждой разновидности грунта.

Материалы и методы

Исходным материалом для изготовления СО являлся суглинок, отобранный на Решетниковском месторождении нефти, Удмуртская республика, Можгинский район.

Технологическая подготовка исходного материала включала следующие операции, необходимые для обеспечения однородности материала СО:

1) был произведен ручной отбор монолитов прямоугольной формы из грунтового массива шурфов на выделенной площадке; глубина отбора проб составляла (2,1–2,3) м;

2) было проведено предварительное измельчение грунта и сушка на воздухе в помещении с вентиляцией;

3) было выполнено окончательное измельчение с просеиванием через калиброванное сито с размером ячейки 1 мм. Все включения (гравий, конкреции, органические остатки) были удалены из материала;

4) была проведена окончательная сушка и деление до необходимой массы 250 г методом квартования с последующим упаковыванием готовых экзemplяров на вакуумной машине в прямоугольные полиэтиленовые пакеты.

Гранулометрический состав полученного порошка определялся ареометрическим методом с помощью ареометра и набора сит с размером отверстий 10; 5; 2; 1,0; 0,5; 0,25; 0,1 мм. Полученные значения содержания частиц различной крупности по фракциям в материале СО представлены в табл. 1.

Таблица 1. Гранулометрический состав материала СО

Table 1. Granulometric composition of the RM material

Размер частиц, мм	Содержание частиц, % по массе
1,00–0,50	Менее 0,5
0,50–0,25	Менее 0,5
0,25–0,10	1,5–3,0
0,10–0,05	4,0–9,0
0,05–0,01	46,0–54,0
0,002	18,0–24,0
<0,002	16,0–24,0

После подготовки материал СО представляет собой порошок крупностью менее 1 мм, приготовленный из грунта глинистого (суглинка), измельченного и высушенного до воздушно-сухого состояния, без органических включений, расфасованный по 250 г в герметичные полиэтиленовые пакеты.

Исследование однородности материала СО

Полученный материал СО был исследован на однородность.

Оценивание однородности проведено в соответствии с ГОСТ 8.531 [7] по алгоритму для дисперсных материалов. Измерения проводили на 130 образцах, количество определений на каждом образце – 2.

Техническим заданием на разработку СО были установлены значения характеристики погрешности от неоднородности для влажности на границе текучести методом балансирного конуса и влажности на границе раскатывания не более 1,0%, для плотности частиц грунта пикнометрическим методом – не более 0,015 г/см³. Допускаемые значения характеристики погрешности от неоднородности были установлены на основании данных о допустимой разнице результатов параллельных определений, заданных в ГОСТ 5180–2015 [6].

Значения характеристики погрешности от неоднородности составили для влажности на границе текучести методом балансирного конуса – 0,9%, для влажности на границе раскатывания – 0,6%, для плотности частиц грунта пикнометрическим методом – 0,01 г/см³. Полученные значения не превышают требований технического задания на разработку СО, материал СО признан однородным.

Исследование стабильности материала СО

Стабильность аттестованных значений материала СО в течение предполагаемого срока годности была

подтверждена по результатам экспериментальных исследований, проведенных за 5 лет на материале опытной партии с применением соответствующих методик измерений [6].

Исследование стабильности СО проведено в соответствии с Р 50.2.031 [8]. По результатам исследования стабильности установлен срок годности материала СО 5 лет для всех аттестованных характеристик.

Установление аттестованных значений СО и их погрешностей

Установление аттестованных значений и оценивание погрешности аттестованных значений СО проведено по ГОСТ 8.532 [9] способом межлабораторного эксперимента (МЛЭ).

В МЛЭ участвовали 15 независимых лабораторий, аккредитованных на техническую компетентность в национальной системе аккредитации, имеющих опыт исследования грунтов.

Определение аттестованных значений проведено по стандартизованным методикам [6]. Всеми лабораториями для определения характеристики «Влажность на границе текучести» использовался метод балансирного конуса, для определения характеристики «Влажность на границе раскатывания» использовался метод раскатывания в жгут, для определения характеристики «Плотность частиц грунта» использовался пикнометрический метод с водой.

Погрешности аттестованных значений установлены с учетом вклада от неоднородности материала СО.

Разработанный СО зарегистрирован в Государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов под номером ГСО 11038–2018.

Результаты исследования

Значения метрологических характеристик ГСО 11038–2018 представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения метрологических характеристик ГСО 11038–2018

Table 2. Metrological characteristics of GSO 11038–2018

Аттестованная характеристика	Обозначение единицы величины	Аттестованное значение СО	Границы абсолютной погрешности аттестованного значения при $P=0,95, \pm\Delta, \%$
Влажность на границе текучести методом балансирного конуса	%	36,7	1,9
Влажность на границе раскатывания	%	21,2	1,5
Плотность частиц грунта пикнометрическим методом	г/см ³	2,71	0,03

Прослеживаемость аттестованных значений, полученных в рамках межлабораторного эксперимента, к единицам СИ реализуется посредством применения поверенных средств измерений, стандартизированной методики измерений испытательными лабораториями, имеющими опыт исследования веществ, по состоянию и структуре близких или аналогичных материалу СО, аккредитованными на техническую компетентность в национальной системе аккредитации.

СО физических свойств грунта глинистого (суглинка) предназначен для контроля точности результатов измерений влажности на границе текучести методом балансирующего конуса, влажности на границе раскатывания, плотности частиц грунта пикнометрическим методом, выполняемых по ГОСТ 5180–2015 [6].

СО может применяться при проведении межлабора-

торных сличительных испытаний, проверке компетентности лабораторий.

Обсуждение и заключения

Разработан и утвержден СО физических свойств грунта глинистого (суглинка), предназначенный для обеспечения единства измерений влажности на границе текучести методом балансирующего конуса, влажности на границе раскатывания, плотности частиц грунта пикнометрическим методом, не имеющий аналогов в Российской Федерации.

Актуальной задачей является разработка СО других физических свойств и других разновидностей грунтов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федер. закон Рос. Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 23 дек. 2009 г., одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 дек. 2009 г. // Рос. газета. 2009. 31 дек.
2. ТР ТС 014/2011. Безопасность автомобильных дорог: Технический регламент Таможенного союза. от 18 октября 2011 г. № 827. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/deptexreg/tr/Pages/bezopAutodorog.aspx>
3. ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация. М.: Стандартиформ, 2013. 42 с.
4. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997.
5. ГОСТ 30416–2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. М.: Стандартиформ, 2018. 16 с.
6. ГОСТ 5180–2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. М.: Стандартиформ, 2016. 24 с.
7. ГОСТ 8.531-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 15 с.
8. Р 50.2.031-2003 ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Методика оценивания характеристики стабильности. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. 12 с.

REFERENCES

1. RF Federal Law N 384-FZ of 12.30.2009. Technical regulation on safety of buildings and structures. Adopted by the State Duma on December 23, 2009. (In Russ.)
2. TR CU 014/2011. Customs Union Technical Regulations on safety of automobile roads. Adopted by the Decision of the Commission of the Customs Union of 18.10.2011 No 827. (In Russ.)
3. GOST 25100–2011 Soils. Classification. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 42 p. (In Russ.)
4. SP 11-105-97 Engineering and geological surveys for construction. Part I. General rules for the production of works. PNIIS Gosstroy of Russia, 1997. (In Russ.)
5. GOST 30416–2012. Soils. Laboratory testing. General requirements. Moscow, Standartinform Publ., 16 p. (In Russ.)
6. GOST 5180–2015 Soils. Laboratory methods for determination of physical characteristics. Moscow, Standartinform Publ., 2016. 24 p. (In Russ.)
7. GOST 8.531-2002 State system for ensuring the uniformity of measurements. Reference materials of composition of solid and disperse materials. Ways of homogeneity assessment. Moscow, PPC Izdatel'stvo Standartov, 2002. 15 p. (In Russ.)
8. R 50.2.031-2003 State system for ensuring the uniformity of measurements. Certified reference materials of composition of substances and materials. Ways of stability characteristics assessment. Moscow, PPC Izdatel'stvo Standartov, 2004. 12 p. (In Russ.)

9. ГОСТ 8.532-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ. М.: Стандартинформ, 2008. 12 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Матвеева Илона Николаевна – научный сотрудник лаборатории 265 Уральского научно-исследовательского института метрологии.
Российская Федерация, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, д. 4
e-mail: sertif@uniim.ru

Толмачев Владимир Валерьянович – к. ф.-м. н., заведующий лабораторией 265 Уральского научно-исследовательского института метрологии.
Российская Федерация, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, д. 4
e-mail: sertif@uniim.ru

9. GOST 8.532-2002 State system for ensuring the uniformity of measurements. Certified reference materials of composition of substances and materials. Interlaboratory metrological certification. Content and order of works. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 12 p. (In Russ.)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Iлона N. Matveeva – Researcher at the laboratory No. 265, Ural Research Institute for Metrology (UNIIM).
4 Krasnoarmeyskaya St., Ekaterinburg, Russian Federation
e-mail: sertif@uniim.ru

Vladimir V. Tolmachev – Ph.D., Head of the laboratory No. 265, Ural Research Institute for Metrology (UNIIM).
4 Krasnoarmeyskaya St., Ekaterinburg, Russian Federation
e-mail: sertif@uniim.ru