ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70456— 2022

Дороги автомобильные общего пользования

ГРУНТЫ

Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский институт транспортно-строительного комплекса» (АНО «НИИ ТСК»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2022 г. № 1414-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ДЕЙСТВУЕТ ВЗАМЕН ПНСТ 324—2019

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Требования к средствам измерений и вспомогательным устройствам 2
5 Метод измерений 5
6 Требования безопасности 5
7 Требования к условиям измерений 5
8 Подготовка проб 5
9 Порядок выполнения измерений 8
10 Обработка результатов испытаний 11
11 Оформление результатов испытаний 12
12 Контроль точности результатов испытаний 12
Приложение А (обязательное) Определение зернового состава 13
Приложение Б (рекомендуемое) Построение линии нулевого содержания воздуха 14
Библиография 15

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дороги автомобильные общего пользования

ГРУНТЫ

Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора

Automobile roads of general use. Soils.
Determination of optimum moisture and maximum density by Proctor method

Дата введения — 2023—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на грунты и щебеночно-гравийно-песчаные смеси, необработанные и обработанные вяжущими материалами, применяемые на автомобильных дорогах общего пользования, и устанавливает метод определения оптимальной влажности и максимальной плотности с применением модифицированного уплотнителя Проктора (далее — уплотнитель Проктора).

Настоящий стандарт не распространяется на грунты и щебеночно-гравийно-песчаные смеси, содержащие более 25 % частиц крупнее 63 мм.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.4.131 Халаты женские. Технические условия

ГОСТ 12.4.132 Халаты мужские. Технические условия

ГОСТ 12.4.252 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 12701 Алюминий первичный. Метод определения содержания хрома

ГОСТ 22733 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 33028 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение влажности

ГОСТ 33057 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Определение средней и истинной плотности, пористости и водопоглощения

ГОСТ Р 51568 (ИСО 3310-1—90) Сита лабораторные из металлической проволочной сетки. Технические условия

ГОСТ Р 58407.2 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные. Методы отбора проб щебня

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия).

Издание официальное

Если после утверждения национального стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **максимальная плотность ρ^{P}_{dmax}:** Наибольшая плотность сухого грунта (или щебеночно-гравийно-песчаной смеси), которая достигается при испытаниях методом Проктора.

3.2 **оптимальная влажность w_{opt}:** Значение влажности, при котором достигается максимальная плотность сухого грунта (щебеночно-гравийно-песчаной смеси) методом Проктора.

3.3 **мерная проба:** Количество материала, используемое для получения одного результата в одном испытании.

3.4 **точечная проба:** Проба материала, отобранная в определенное время в одной точке.

3.5 **проход на сите:** Значение массы частиц материала, прошедших через данное сито, выраженное в процентах.

4 Требования к средствам измерений и вспомогательным устройствам

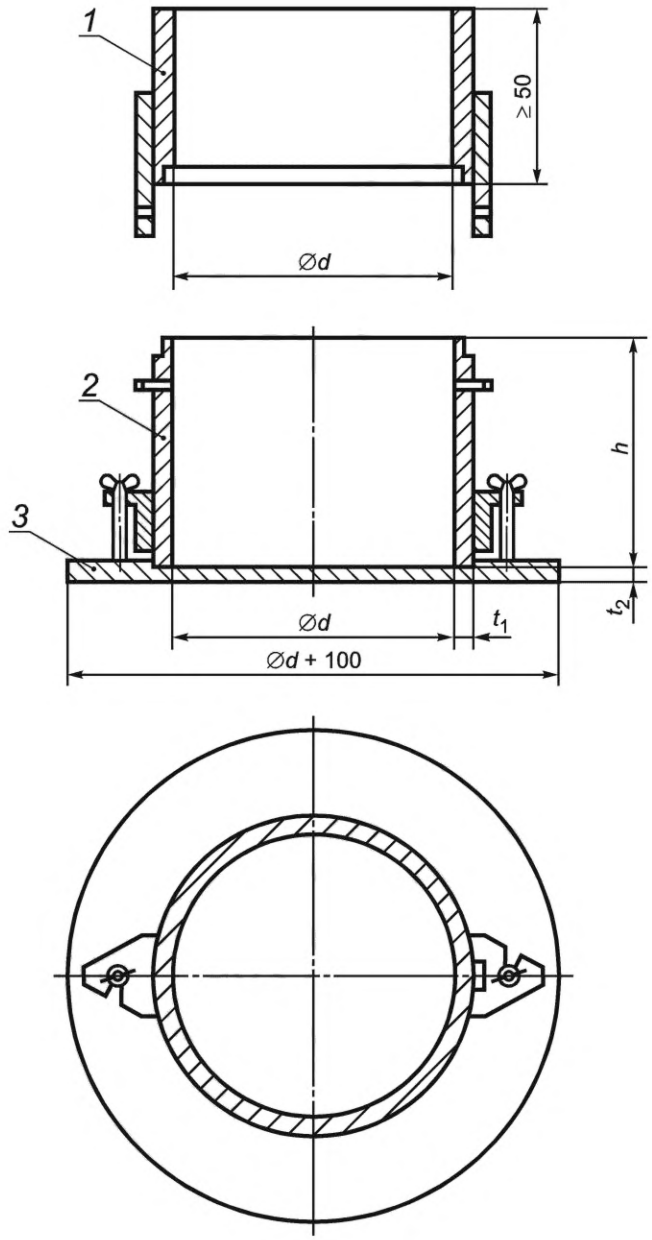
4.1 При выполнении испытаний применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в 4.1.1—4.1.11.

4.1.1 Сборная металлическая цилиндрическая форма для уплотнения (далее — форма) (см. рисунок 1). Форма состоит из съемного удлинительного кольца высотой не менее 50 мм, цилиндрической части (разборной или неразборной) и съемного основания. Внутренние части формы должны быть без царапин, вмятин и других видимых дефектов. Размеры применяемых форм представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип формы	Внутренний диаметр d, мм	Высота формы h, мм	Толщина стенки формы t_1, мм, не менее	Толщина основания формы t_2, мм, не менее
A	100,0 ± 1,0	120,0 ± 1,0	6,0	10,0
B	150,0 ± 1,0	120,0 ± 1,0	8,0	10,0
C	250,0 ± 1,0	200,0 ± 1,0	13,5	19,5
Примечание — Вместо формы типа А допускается применение формы для уплотнения грунтов, применяемой по ГОСТ 22733, с металлическим вкладышем, обеспечивающим изготовление образца высотой (120 ± 1) мм.				

4.1.2 Уплотнитель Проктора и обойму (см. рисунок 2). В процессе испытания уплотнитель Проктора перемещается по траектории, которую обеспечивает обойма. Характеристики применяемых типов уплотнителя Проктора представлены в таблице 2.



1 — удлинительное кольцо; *2* — цилиндрическая часть формы; *3* — основание формы

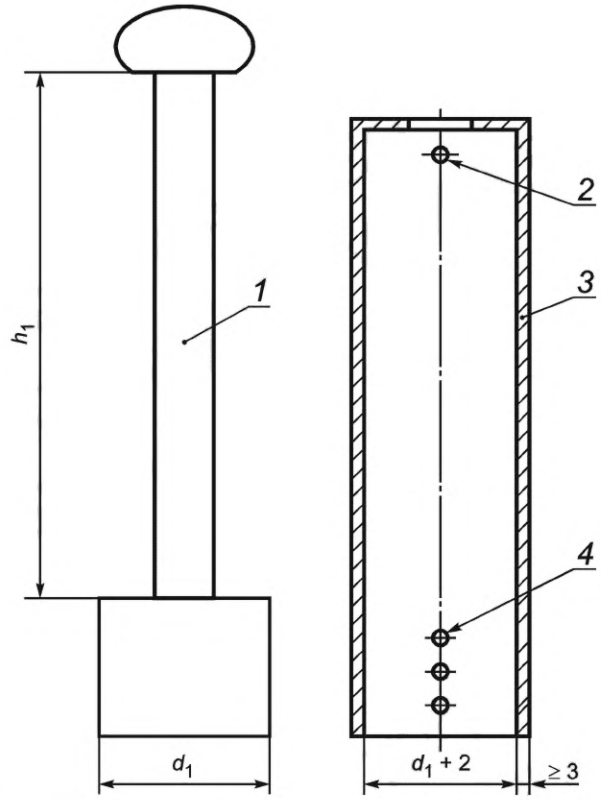
Рисунок 1 — Типовая конструкция формы

Таблица 2

Тип уплотнителя Проктора	Масса груза m, кг	Диаметр основания груза d_1, мм	Высота падения груза h_1, мм
A	4,50 ± 0,04	50,00 ± 0,50	457,00 ± 3,00
B	15,00 ± 0,04	125,00 ± 0,50	600,00 ± 5,00

Примечание — Допускается применение автоматических установок Проктора с характеристиками, соответствующими требованиям, представленным в таблице 2. В случае применения автоматической установки, применение обоймы необязательно.

4.1.3 Стальной диск (рисунок 3). Стальной диск применяют при уплотнении последнего слоя. Размеры стального диска в зависимости от типа применяемой формы представлены в таблице 3.



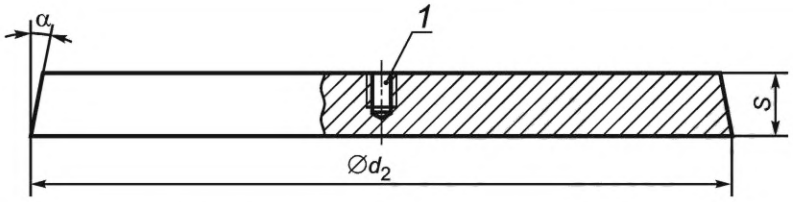
а) Уплотнитель Проктора б) Обойма

1 — штанга уплотнителя Проктора; *2* — отверстия; *3* — направляющая обойма; *4* — отверстия

Рисунок 2 — Принципиальная схема уплотнителя Проктора и обоймы

Таблица 3

Тип формы	Диаметр диска d_2, мм	Толщина *S*, мм	Угол α, град
A	От (*d*—0,5) до (*d*—0,1) включ.	10,0±0,1	От 0 до 10 включ.
B			
C		20,0±0,1	



1 — отверстие с резьбой для присоединения ручки

Рисунок 3 — Принципиальная схема стального диска

Примечание — При испытаниях песчаного грунта допускается применение стального диска во время уплотнения каждого слоя.

4.1.4 Весы с наибольшим пределом взвешивания, обеспечивающим возможность измерения массы материала во время испытания, и относительной погрешностью не более 0,1 % измеряемой величины.

4.1.5 Сушильный шкаф, способный создавать и поддерживать температуру (110 ± 5) °С.

4.1.6 Лабораторные сита с квадратной формой ячеек размерами 63,0; 31,5 и 16,0 мм по ГОСТ Р 51568 (см. также [1]).

4.1.7 Бетонная плита массой не менее 50 кг, толщиной не менее 100 мм, с ровной (близкой к горизонтальной) поверхностью, обеспечивающей плотное прилегание основания формы. Площадь плиты должна быть больше площади основания применяемой формы.

Примечания

1 Вместо бетонной плиты может быть применена металлическая горизонтальная плита массой не менее 50 кг и толщиной не менее 20 мм. Площадь плиты должна быть больше площади основания применяемой формы.

2 Если в месте проведения испытаний поверхность пола выполнена из бетона и является ровной (близкой к горизонтальной), то дополнительная плита не требуется.

4.1.8 Металлический совок или шпатель.

4.1.9 Лабораторный нож с прямым лезвием длиной не менее диаметра применяемой формы.

4.1.10 Контейнер с герметичной крышкой для хранения материала.

4.1.11 Металлические противни или другое подобное оборудование для высушивания и перемешивания материала.

5 Метод измерений

Сущность метода заключается в определении зависимости плотности сухого материала от его влажности при уплотнении образцов уплотнителем Проктора.

6 Требования безопасности

При работе с минеральными материалами используют специальную защитную одежду по ГОСТ 12.4.131 или ГОСТ 12.4.132. Для защиты рук используют перчатки по ГОСТ 12.4.252.

7 Требования к условиям измерений

При выполнении измерений температура в помещениях, в которых проводят испытания, должна быть (22 ± 3) °С.

8 Подготовка проб

8.1 Отбор проб

8.1.1 При отборе проб грунта руководствуются положениями ГОСТ 12701.

8.1.2 При отборе проб щебеночно-гравийно-песчаной смеси руководствуются положениями ГОСТ Р 58407.2.

Примечание — Допускается проводить отбор проб из приобъектного склада или конструктивного слоя до его уплотнения.

8.1.3 Количество точечных проб при отборе должно быть не менее пяти. Масса каждой точечной пробы должна быть не менее 5 кг. Масса объединённой пробы должна быть не менее указанной в таблице 4.

8.1.4 Минимальная масса материала для испытания представлена в таблице 4.

Таблица 4

Показатель	Размер ячеек сита, мм			Тип формы	Масса пробы для проведения испытания, кг, не менее
	16,0	31,5	63,0		
Проход на ситах, %	100	100	100	A	15
				B	40
	От 75 до 100	100	100	B	40
	Не нормируется	От 75 до 100	100	B	40
	Не нормируется	Не нормируется	От 75 до 100	C	150

8.1.5 Если информация о зерновом составе материала отсутствует, то проводят определение зернового состава материала в соответствии с приложением А.

8.2 Выбор типа формы

8.2.1 Тип формы для проведения испытаний назначают в соответствии с таблицей 4.

8.3 Выбор метода и условия проведения испытания

8.3.1 Назначение метода и условия проведения испытания осуществляют в соответствии с требованиями таблицы 5.

Таблица 5

Метод испытания	Тип формы	Уплотнитель Проктора	Количество слоев при уплотнении, шт.	Количество ударов на один слой
A	A	A	5	25
B	B	A	5	56
C	C	B	3	98

8.4 Подготовка мерных проб материала с размером частиц менее 16 мм

8.4.1 Отобранную пробу высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (110 ± 5) °С, после чего охлаждают на воздухе до температуры (22 ± 3) °С.

8.4.2 Подготавливают из пробы не менее пяти мерных проб массой (2450 ± 50) г в случае проведения испытаний в форме типа А и массой (5900 ± 100) г в случае проведения испытаний в форме типа В.

8.5 Подготовка мерных проб материала с размером частиц менее 31,5 мм и содержанием частиц от 16 до 31,5 мм не более 25 %

8.5.1 Отобранную пробу высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (110 ± 5) °С, после чего охлаждают на воздухе до температуры (22 ± 3) °С.

8.5.2 Подготавливают из пробы не менее 5 мерных проб массой (5900 ± 100) г.

8.6 Подготовка мерных проб материала с размером частиц менее 63 мм и содержанием частиц от 31,5 до 63 мм не более 25 %

8.6.1 Отобранную пробу высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (110 ± 5) °С, после чего охлаждают на воздухе до температуры (22 ± 3) °С.

8.6.2 Определяют массу пробы *m, г*.

8.6.3 Определяют массу частиц $m_{31,5}$, г, размером от 31,5 до 63 мм.

8.6.4 Вычисляют содержание частиц размером от 31,5 до 63 мм $K_{31,5}$, %, в пробе по формуле (1). Результат округляют до первого знака после запятой.

$$K_{31,5} = \frac{m_{31,5}}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где $m_{31,5}$ — масса частиц размером от 31,5 до 63 мм, г;

m — масса пробы, г.

8.6.5 Определяют среднюю плотность частиц размером от 31,5 до 63 мм в соответствии с ГОСТ 33057 со следующими дополнениями:

- если масса частиц размером от 31,5 до 63 мм менее массы мерной пробы по ГОСТ 33057, то за мерную пробу принимают массу имеющихся частиц размером от 31,5 до 63 мм;
- определение показателя проводят по испытанию одной мерной пробы.

8.6.6 При содержании частиц размером от 31,5 до 63 мм менее 10 % их среднюю плотность не определяют, а значение $K_{31,5}$ принимают равным нулю.

8.6.7 Для дальнейших испытаний используют материал, прошедший через сито с размером ячеек 31,5 мм.

8.6.8 Подготавливают из пробы не менее пяти мерных проб массой (5900 ± 100) г.

8.7 Подготовка мерных проб материала с содержанием частиц крупностью свыше 63 мм не более 25 %

8.7.1 Отобранную пробу высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (110 ± 5) °С, после чего охлаждают на воздухе до температуры (22 ± 3) °С.

8.7.2 Определяют массу пробы m, г.

8.7.3 Определяют массу частиц m_{63}, г, размером более 63 мм.

8.7.4 Вычисляют содержание частиц размером более 63 мм K_{63}, %, в пробе по формуле (2). Результат округляют до первого знака после запятой.

$$K_{63} = \frac{m_{63}}{m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m_{63} — масса частиц размером более 63 мм, г;

m — масса пробы, г.

8.7.5 Определяют среднюю плотность частиц размером свыше 63 мм в соответствии с ГОСТ 33057 со следующими дополнениями:

- масса мерной пробы должна составлять не менее 5 кг;
- определение показателя проводят по испытанию одной мерной пробы.

8.7.6 При содержании частиц размером свыше 63 мм менее 10 % их среднюю плотность не определяют, а значение K_{63} принимают равным нулю.

8.7.7 Для дальнейших испытаний используют материал, прошедший через сито с размером ячеек 63 мм.

8.7.8 Подготавливают из пробы не менее пяти мерных проб массой (24 800 ± 200) г.

8.8 Увлажнение

8.8.1 Каждую мерную пробу материала увлажняют водой и тщательно перемешивают до достижения однородного состояния, которое определяют визуально, далее ее помещают в герметичный контейнер.

Примечания

1 При отсутствии герметичного контейнера может быть использована металлическая или пластиковая емкость объемом, достаточным для помещения в нее увлажненной мерной пробы, которую сверху накрывают влажным полотенцем. Контакт влажного полотенца с материалом не допускается.

2 Для осуществления перемешивания допускается применение лабораторного смесителя.

8.8.2 Количество воды для увлажнения первой мерной пробы назначают исходя из опыта или в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Материал	Ориентировочное количество воды для увлажнения первой мерной пробы, %
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь, крупный и средней крупности гравелистый песок	3—5
Мелкий и пылеватый песок	6—8
Супесь, легкий суглинок	6—8
Тяжелый суглинок, глина	10—12
Примечание — Для корректировки количества воды при увлажнении допускается учет гигроскопической влажности материала.	

8.8.3 Количество воды для увлажнения второй и последующих мерных проб увеличивают с шагом от 1 % до 2 %.

Примечание — Если ожидаемое значение оптимальной влажности более 20 %, то шаг добавления воды может быть увеличен.

8.8.4 Количество воды для увлажнения Q, г, определяют по формуле (3). Результат округляют до первого десятичного знака.

$$Q = \frac{mq_i}{100}, \quad (3)$$

где m — масса сухой мерной пробы, г;

q_i — количество воды для увлажнения, %.

8.8.5 После перемешивания грунта с водой несвязные грунты выдерживают от 2 до 3 ч, связные грунты — от 12 до 24 ч, щебеночно-гравийно-песчаные смеси — от 15 до 30 мин.

Примечания

1 При испытании материалов, обработанных неорганическими вяжущими, окончание их уплотнения должно быть завершено раньше наступления окончания сроков схватывания неорганических вяжущих.

2 При испытании грунтов, обработанных органическими вяжущими, процесс определения оптимальной влажности тот же, что и при отсутствии вяжущих материалов.

8.8.6 При проведении испытаний каждую мерную пробу материала используют только один раз.

9 Порядок выполнения измерений

9.1 Метод А. Уплотнение в форме А

9.1.1 Соединяют основание формы с цилиндрической частью, взвешивают сборную форму и записывают массу формы как m_1.

9.1.2 Закрепляют на форме удлинительное кольцо и протирают внутреннюю поверхность формы ветошью или кистью, смоченной минеральным маслом или техническим вазелином.

9.1.3 Устанавливают подготовленную форму на бетонную плиту.

9.1.4 Засыпают в форму ориентировочное количество материала из подготовленной мерной пробы на один слой. Количество материала для уплотнения каждого последующего слоя не должно отличаться более чем на 100 г от массы материала для уплотнения для первого слоя.

9.1.5 Проводят уплотнение слоя 25 ударами уплотнителя Проктора. Удары проводят равномерно по всей поверхности слоя. Равномерное распределение ударов обеспечивают за счет выполнения трех серий ударов, по восемь ударов в каждой серии по периметру поверхности слоя, а последний (25-й) удар наносят в центр. Схема нанесения ударов представлена на рисунке 4.

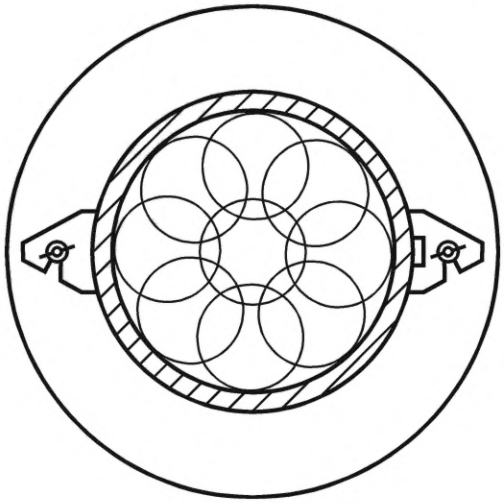


Рисунок 4 — Схема нанесения ударов при уплотнении

9.1.6 Уплотнение второго и последующих слоев следует проводить в соответствии с 9.1.4 и 9.1.5. При этом перед загрузкой материала каждого последующего слоя поверхность предыдущего уплотненного слоя взрыхляют ножом на глубину от 1 до 2 мм.

9.1.7 Для уплотнения пятого слоя материала применяют стальной диск, который помещают на поверхность слоя перед нанесением ударов.

Примечание — При испытаниях несвязных грунтов стальной диск рекомендуется устанавливать на поверхность каждого слоя.

9.1.8 После уплотнения пятого слоя снимают удлинительное кольцо и стальной диск. Измеряют толщину слоя над стенками цилиндрической части формы. Толщину определяют как среднеарифметическое значение трех замеров линейкой по периметру формы. Толщина должна быть не более 10 мм.

Если толщина слоя превышает 10 мм, то форму освобождают от материала и уплотнение начинают заново, добавляя меньше материала на каждый слой.

Если толщина слоя не превышает 10 мм, то срезают выступающую часть материала ножом.

9.1.9 Образующиеся после зачистки поверхности образца углубления (вследствие выпадения крупных частиц) заполняют вручную мелким материалом из срезанной части и выравнивают плоской частью ножа.

9.1.10 Взвешивают форму с материалом и записывают массу как m_2.

9.1.11 Извлекают из цилиндрической части формы уплотненный образец материала. При этом из верхней, средней и нижней частей по центральной оси образца отбирают материал для определения влажности w. Влажность дисперсного грунта определяют по ГОСТ 5180. При испытании щебеночно-гравийно-песчаных смесей и крупнообломочных грунтов отбирают из образца пробу массой не менее 500 г и определяют влажность по ГОСТ 33028.

9.1.12 Испытывают остальные мерные пробы в соответствии с 9.1.1—9.1.11.

9.1.13 Испытание прекращают, когда с повышением влажности материала при последующих двух испытаниях происходит последовательное уменьшение значений плотности (определяемых по 10.1) уплотняемого образца, а также когда при ударах происходит отжатие воды или выделение разжиженного грунта через соединения формы. При этом количество результатов, по которым строят график, должно быть не менее четырех, а также достаточным для выявления максимального значения плотности сухого грунта.

Примечание — Если условия по 9.1.13 не достигнуты при испытаниях пяти проб, то проводят дополнительные испытания до достижения этих условий.

9.2 Метод В. Уплотнение в форме В

9.2.1 Соединяют основание формы с цилиндрической частью, взвешивают сборную форму и записывают массу формы как m_1.

9.2.2 Закрепляют на форме удлинительное кольцо и протирают внутреннюю поверхность формы ветошью или кистью, смоченной минеральным маслом или техническим вазелином.

9.2.3 Устанавливают подготовленную форму на бетонную плиту.

9.2.4 Засыпают в форму ориентировочное количество материала из подготовленной мерной пробы на один слой. Количество материала для уплотнения каждого последующего слоя не должно отличаться более чем на 150 г от массы материала для уплотнения для первого слоя.

9.2.5 Проводят уплотнение 56 ударами уплотнителя Проктора. Удары проводят равномерно по всей поверхности слоя. Равномерное распределение ударов обеспечивают за счет выполнения восьми серий ударов, по шесть ударов в каждой серии по периметру поверхности слоя, а последний удар в каждой серии наносят в центр.

9.2.6 Уплотнение второго и последующих слоев следует проводить в соответствии с 9.2.4 и 9.2.5. При этом перед загрузкой материала каждого последующего слоя поверхность предыдущего уплотненного слоя взрыхляют ножом на глубину от 1 до 2 мм.

9.2.7 Для уплотнения пятого слоя материала применяют стальной диск, который помещают на поверхность слоя перед нанесением ударов.

Примечание — При испытаниях несвязных грунтов стальной диск рекомендуется устанавливать на поверхность каждого слоя.

9.2.8 После уплотнения пятого слоя снимают удлинительное кольцо и стальной диск. Измеряют толщину слоя над стенками цилиндрической части формы. Толщину определяют как среднеарифметическое значение трех замеров линейкой по периметру формы. Толщина должна быть не более 20 мм.

Если толщина слоя превышает 20 мм, то форму освобождают от материала и уплотнение начинают заново, добавляя меньше материала на каждый слой.

Если толщина слоя не превышает значения 20 мм, то срезают выступающую часть материала ножом.

9.2.9 Образующиеся после зачистки поверхности образца углубления (вследствие выпадения крупных частиц) заполняют вручную мелким материалом из срезанной части и выравнивают плоской частью ножа.

9.2.10 Взвешивают форму с материалом и записывают массу как m_2.

9.2.11 Извлекают из цилиндрической части формы уплотненный образец материала. При этом из верхней, средней и нижней частей по центральной оси образца отбирают материал для определения влажности *w*. Влажность дисперсного грунта определяют по ГОСТ 5180. При испытании щебеночно-гравийно-песчаных смесей и крупнообломочных грунтов отбирают из образца пробу массой не менее 500 г и определяют влажность по ГОСТ 33028.

9.2.12 Испытывают остальные мерные пробы в соответствии с 9.2.1—9.2.11.

9.2.13 Испытание прекращают, когда с повышением влажности материала при последующих двух испытаниях происходит последовательное уменьшение значений плотности (определяемых по 10.1) уплотняемого образца, а также когда при ударах происходит отжатие воды или выделение разжиженного грунта через соединения формы. При этом количество результатов, по которым строят график, должно быть не менее четырех, а также достаточным для выявления максимального значения плотности сухого грунта.

Примечание — Если условия по 9.2.13 не достигнуты при испытаниях пяти проб, то проводят дополнительные испытания до достижения этих условий.

9.3 Метод С. Уплотнение в форме С

9.3.1 Соединяют основание формы с цилиндрической частью, взвешивают сборную форму и записывают массу формы как m_1.

9.3.2 Закрепляют на форме удлинительное кольцо и протирают внутреннюю поверхность формы ветошью или кистью, смоченной минеральным маслом или техническим вазелином.

9.3.3 Устанавливают подготовленную форму на бетонную плиту.

9.3.4 Засыпают в форму ориентировочное количество материала из подготовленной мерной пробы на один слой. Количество материала для уплотнения каждого последующего слоя не должно отличаться более чем на 1000 г от массы материала для уплотнения для первого слоя.

9.3.5 Проводят уплотнение 98 ударами уплотнителя Проктора. Удары проводят равномерно по всей поверхности слоя. Равномерное распределение ударов обеспечивают за счет выполнения 14 серий ударов, по шесть ударов в каждой серии по периметру поверхности слоя, а последний удар в каждой серии наносят в центр формы.

9.3.6 Уплотнение второго и третьего слоев следует проводить в соответствии с 9.3.4 и 9.3.5. При этом перед загрузкой материала каждого последующего слоя поверхность предыдущего уплотненного слоя взрыхляют ножом на глубину от 1 до 2 мм.

9.3.7 Для уплотнения третьего слоя материала применяют стальной диск, который помещают на поверхность слоя перед нанесением ударов.

Примечание — При испытаниях несвязных грунтов стальной диск рекомендуется устанавливать на поверхность каждого слоя.

9.3.8 После уплотнения третьего слоя снимают удлинительное кольцо и стальной диск. Измеряют толщину слоя над стенками цилиндрической части формы. Толщину определяют как среднеарифметическое значение трех замеров линейкой по периметру формы. Толщина должна быть не более 30 мм.

Если толщина слоя превышает значение 30 мм, то форму освобождают от материала и уплотнение начинают заново, добавляя меньше материала на каждый слой.

Если толщина слоя не превышает 30 мм, то срезают выступающую часть материала ножом.

9.3.9 Образующиеся после зачистки поверхности образца углубления (вследствие выпадения крупных частиц) заполняют вручную мелким материалом из срезанной части и выравнивают плоской частью ножа.

9.3.10 Взвешивают форму с материалом и записывают массу как m_2.

9.3.11 Извлекают из цилиндрической части формы уплотненный образец материала. При этом из верхней, средней и нижней частей по центральной оси образца отбирают материал для определения влажности w. Влажность дисперсного грунта определяют по ГОСТ 5180. При испытании щебеночно-гравийно-песчаных смесей и крупнообломочных грунтов отбирают из образца пробу массой не менее 500 г и определяют влажность по ГОСТ 33028.

9.3.12 Испытывают остальные мерные пробы в соответствии с 9.3.1—9.3.11.

9.3.13 Испытание прекращают, когда с повышением влажности материала при последующих двух испытаниях происходит последовательное уменьшение значений плотности (определяемых по 10.1) уплотняемого образца, а также когда при ударах происходит отжатие воды или выделение разжижен-

ного грунта через соединения формы. При этом количество результатов, по которым строят график, должно быть не менее четырех, а также достаточным для выявления максимального значения плотности сухого грунта.

Примечание — Если условия по 9.3.13 не достигнуты при испытаниях пяти проб, то проводят дополнительные испытания до достижения этих условий.

10 Обработка результатов испытаний

10.1 Плотность влажного материала ρ, г/см^3, вычисляют по формуле (4). Результат округляют до второго знака после запятой.

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}, \quad (4)$$

где m_2 — масса собранной формы с уплотненным материалом, г;

m_1 — масса собранной формы, г;

V — объем формы, см^3.

10.2 Плотность сухого материала ρ_d, г/см^3, вычисляют по формуле (5). Результат округляют до второго знака после запятой.

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0{,}01w}, \quad (5)$$

где ρ — плотность влажного материала, г/см^3;

w — влажность материала при испытании, %.

10.3 По расчетным точкам строят график зависимости изменения значений плотности сухого материала от влажности (см. рисунок 5). По наивысшей точке графика находят значение максимальной плотности $\rho^P_{d\max}$ и соответствующее ему значение оптимальной влажности w_{opt}.

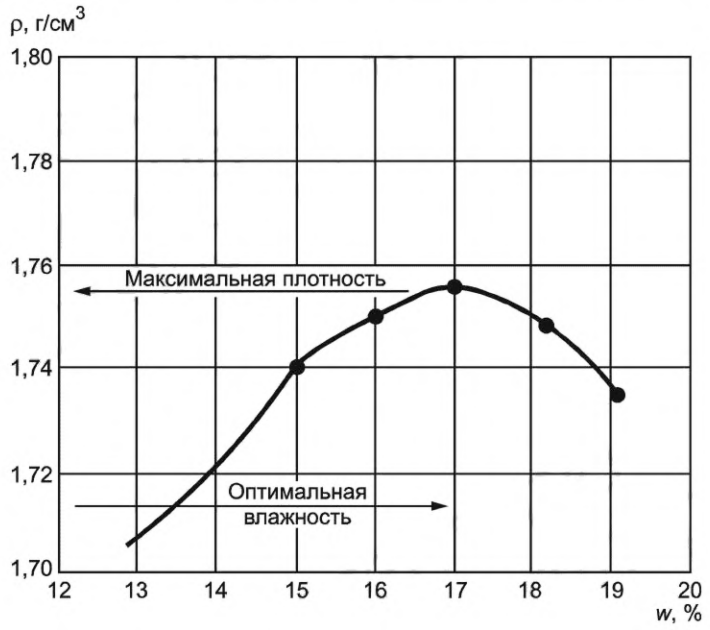


Рисунок 5 — Пример построения графика

Примечания

1 Для проверки правильности построения графика рекомендуется построить линию нулевого содержания воздуха в соответствии с приложением Б.

2 Для материалов, обработанных вяжущими, линию нулевого содержания воздуха не строят.

10.4 Если испытание было прекращено по причине отжатия воды или выделения разжиженного грунта через соединения формы, то за оптимальную влажность и максимальную плотность принимают значения расчетной точки с наибольшим значением плотности.

10.5 Если в материале содержались крупные зерна, которые перед испытанием были удалены, то для учета их влияния корректируют установленное значение максимальной плотности сухого материала $\rho_{d\max}^{P'}$, г/см^3, по формуле

$$\rho_{d\max}^{P'} = \frac{\rho_{d\max}^{P} \cdot \rho_c}{\rho_c - 0{,}01K\left(\rho_c - \rho_{d\max}^{P}\right)}, \quad (6)$$

где ρ_c — средняя плотность зерен материала, оставшихся на сите с размером ячеек 31,5 или 63,0 мм, г/см^3;

K — содержание зерен материала, оставшихся на сите с размером ячеек 31,5 или 63,0 мм, определенное по формуле (4) или (5) соответственно, %.

Значение оптимальной влажности w'_{opt}, %, вычисляют по формуле

$$w'_{opt} = 0{,}01w_{opt}(100 - K). \quad (7)$$

11 Оформление результатов испытаний

Результаты испытаний оформляют в виде заключения, которое должно содержать:
- обозначение настоящего стандарта;
- дату проведения испытания;
- наименование организации, проводившей испытание;
- значение максимальной плотности сухого материала, г/см^3;
- значение оптимальной влажности, %.

12 Контроль точности результатов испытаний

Точность результатов испытаний обеспечивается:
- соблюдением требований настоящего стандарта;
- проведением периодической оценки метрологических характеристик средств измерений;
- проведением периодической аттестации оборудования.

Лицо, проводящее измерения, должно быть ознакомлено с требованиями настоящего стандарта.

Приложение А
(обязательное)

Определение зернового состава

А.1 Средства контроля и вспомогательное оборудование:
- сита с размером ячеек 63; 45; 31,5; 16 мм по ГОСТ Р 51568 (см. также [1]);
- шкаф сушильный, обеспечивающий создание и поддержание температуры (110 ± 5) °С;
- весы с наибольшим пределом взвешивания не менее 10 кг и погрешностью измерения не более 5 г;
- противни металлические.

А.2 Сущность метода заключается в распределении зерен материала путем просеивания через набор сит и определении остатков (и проходов) на каждом сите.

А.3 Подготовка образцов для испытания

А.3.1 Масса пробы для проведения испытания должна составлять не менее 10 кг.

А.3.2 Пробу высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре (110 ± 5) °С, после чего охлаждают на воздухе до температуры (22 ± 3) °С. Регистрируют массу.

А.4 Порядок выполнения испытания

А.4.1 Просеивают материал через сита с размерами ячеек 63,0; 45; 31,5 и 16,0 мм. При просеивании грунта оставшиеся на ситах частицы измельчают (без дробления зерен). Измельчение проводят механизированным способом или вручную в фарфоровой ступке пестиком с резиновой насадкой. Процесс просеивания через сито считают законченным, когда масса остатка на сите после одной минуты просеивания уменьшается не более чем на 1 %.

Примечание — Для измельчения частиц грунта допускается проводить просеивание с промывкой водопроводной водой. После промывки оставшиеся на ситах частицы высушивают до постоянной массы отдельно для каждого сита.

А.4.2 После окончания просева определяют массу частиц на каждом сите m_i.

А.5 Обработка результатов испытания

А.5.1 Определяют частные остатки на ситах a_i, %, по формуле (А.1). Значение округляют до целого числа

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100, \quad (А.1)$$

где m_i — масса остатка на сите, г;

m — масса материала до просева, г.

А.5.2 Определяют полные остатки на ситах Ai, %, по формуле (А.2). Значение округляют до целого числа.

$$A_i = a_{63} + \ldots a_i, \quad (А.2)$$

где a_{63}, …, a_i — частные остатки на ситах с размерами ячеек 63, …, i, мм.

Примечание — Для сита с размером ячеек 63 мм полный остаток равен частному.

А.5.3 Определяют значения проходов через сита B_i, %, по формуле (А.3). Значение округляют до целого числа

$$B_i = 100 - A_i. \quad (А.3)$$

А.6 Результат определения зернового состава оформляют в виде таблицы (см. таблицу А.1).

Таблица А.1

Параметр	Сито с размером ячеек, мм				Количество частиц менее 16 мм
	63	45	31,5	16	
Частный остаток, %	a_{63}	a_{45}	$a_{31,5}$	a_{16}	a
Полный остаток, %	A_{63}	A_{45}	$A_{31,5}$	A_{16}	100
Проход, %	B_{63}	B_{45}	$B_{31,5}$	B_{16}	—

Приложение Б
(рекомендуемое)

Построение линии нулевого содержания воздуха

Б.1 Для проверки правильности построения графика рекомендуется построить линию нулевого содержания воздуха.

Б.2 Необходимо определить истинную плотность материала, применяемого при испытании. Истинную плотность дисперсных грунтов (плотность частиц) определяют в соответствии с ГОСТ 5180. Истинную плотность щебеночно-гравийно-песчаных смесей и крупнообломочных грунтов определяют, руководствуясь положениями ГОСТ 33057.

Б.3 Линия нулевого содержания воздуха описывается уравнением (Б.1). Для построения линии нулевого содержания воздуха находят соответствующие значения влажности и плотности сухого грунта. Значения влажности задают в диапазоне от (w_{opt} — 2 %) до значения влажности, которая на 2 % превышает значение влажности, при которой было завершено испытание. Плотность материала ρ_{di}, %, при значении влажности i вычисляют по формуле:

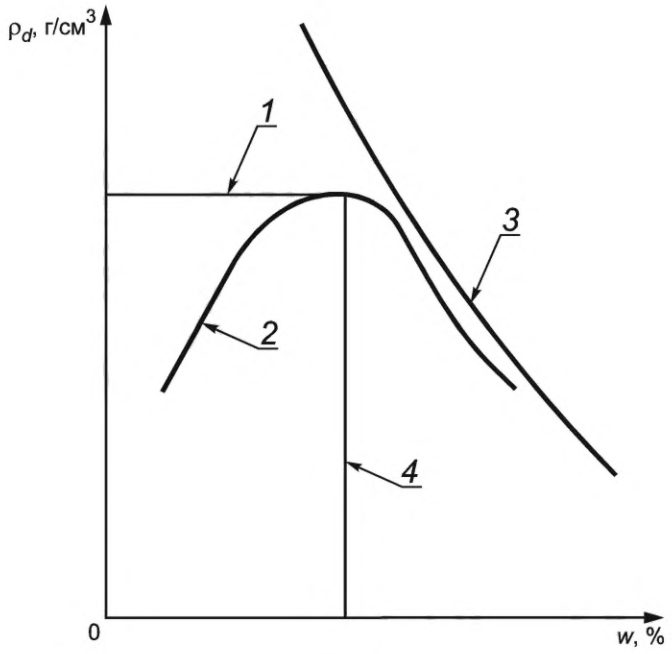
$$\rho_{di} = \frac{\rho_s}{1 + 0{,}01 w_i \rho_s \frac{1}{\rho_w}}, \qquad (Б.1)$$

где ρ_s — плотность частиц грунта, г/см^3;

w_i — значение влажности материала, %;

ρ_w — плотность воды, 1 г/см^3.

Б.4 По найденным значениям строят на графике линию нулевого содержания воздуха. Схематично процесс представлен на рисунке Б.1.



1 — значение максимальной плотности; *2* — график испытания; *3* — линия нулевого содержания воздуха; *4* — значение оптимальной влажности

Рисунок Б.1 — График испытания с построенной линией нулевого содержания воздуха

Нисходящая часть графика уплотнения не должна пересекать линию нулевого содержания воздуха и не должна находиться на большом расстоянии от него.

Библиография

[1] ИСО 3310-2:2013 Сита лабораторные. Технические требования и испытания. Часть 2. Лабораторные сита с перфорированной металлической пластиной (Test sieves — Technical requirements and testing — Part 2: Test sieves of perforated metal plat)

УДК 625.7/.8:006.3/.8 ОКС 93.080.20

Ключевые слова: грунт, максимальная плотность, оптимальная влажность, уплотнение, метод Проктора

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 01.12.2022. Подписано в печать 07.12.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru