

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**СОЮЗА** **ССР**

**ГРУНТЫ**

**МЕТОДЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**ГОСТ 5180-84**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**РАЗРАБОТАН**

**Производственным и научно****-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве** **(ПНИИИС) Госстроя СССР**

**Научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений** **(НИИОСП) им.** **Н.** **М.** **Герсеванова Госстроя СССР**

**Министерством монтажных и специальных строительных р****абот СССР**

**Министерством высш****его и среднего специального образования СССР**

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**Р. С.** **Зиангиров,** д-р геол.-минер. наук (руководитель темы); **И. В. Ш****ейкин,** канд. техн. наук; **Н. А. Панкрато****ва; А. В. Васильев,** канд.геол.-минер. наук;**Л. Г.** **Мариупольский,** канд. техн. Наук; **А. А. Василь****ева,** канд. геол.-минер. наук; **А. А. Добровол****ьский;** **Е. С. Маркова; Г. К.** **Бондарик,** д-р геол.-минер. наук; **В. В.** **Дмитриев,** канд. геол.-минер. наук; **С. В. Т****имоф****еев,** канд. техн. наук; **О. Н.** **Сильницкая**

**ВНЕСЕН Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Гос­строя СССР**

Зам. директора **В. В.** **Баулин**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 24 октября 1984 г. № 177**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА** **ССР**

**ГРУНТЫ ГОСТ**

**МЕТОДЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ 518084**

**ФИЗИЧЕСКИХ** **ХАРАКТЕРИСТИК**

**Взамен**

Soils. Laboratory methods for determination **ГОСТ 518075,**

of physical characteristics **ГОСТ 518178,**

**ГОСТ 518278, ГОСТ 518377**

**Постановлением Государ****ст****венного комитет****а СССР по дел****ам строительства от 24 октября 1984 г. № 177** **срок введени****я у****становл****ен**

**с 01.07.85**

Настоящий стандарт распространяется на грунты без жестких структурных связей и устанавливает методы лабораторного определения их физических характеристик — влажности и плотности при исследованиях грунтов для строительства.

Стандарт не распространяется на крупнообломочные грунты.

Основные термины, применяемые в настоящем стандарте, и их пояснения приведены в справочном приложении 1.

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Отбор, упаковку, транспортирование и хранение образцов грунта ненарушенного сложения (монолитов) и нарушенного сло­жения следует производить в соответствии с ГОСТ 12071—84.

1.2. Подготовка к испытаниям и определение плотности мерз­лых грунтов должны проводиться в помещении с отрицательной температурой воздуха, на не подвергавшихся оттаиванию образ­цах. Перед испытаниями образцы должны быть выдержаны при заданной отрицательной температуре не менее 6 ч.

1.3. Метод определения характеристики выбирается в зависи­мости от свойств грунта в соответствии с табл. 1.

1.4. Оборудование и материалы, необходимые для определения физических характеристик грунтов, приведены в обязательном приложении 2.

1.5. Физические характеристики следует определять не менее чем для двух параллельных проб, отбираемых из исследуемого образца грунта.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Определяемая  характеристика грунта | | Раздел настоящего стандарта | Метод  определения | Грунты  (область применимости метода) |
|  | Влажность, в том числе гигроскопическая | 2 | Высушивание до постоянной массы | Все грунты |
| Влажность | Суммарная влажность | 3 | Средней пробой | Мерзлые слоистой и сетчатой криогенной текстуры |
|  | Влажность границы текучести | 4 | Пенетрация конусом | Пылевато-глинистые |
|  | Влажность границы | 5 | Раскатывание в жгут | То же |
|  | раскатывания | Приложение 12 | Прессование | То же |
|  |  | 6 | Режущим кольцом | Легко поддающиеся вырезке или не сохраняющие свою форму без кольца, сыпучемерзлые и с массивной криогенной текстурой |
|  | Плотность грунта | 7 | Взвешивание в виде парафинированных образцов | Пылевато-глинистые немерзлые, склонные к крошению или трудно поддающиеся вырезке |
|  |  | 8 | Взвешивание в нейтральной жидкости | Мерзлые |
| Плотность | Плотность сухого грунта | 9 | Расчетный | Все грунты |
|  |  | 10 | Пикнометрический с водой | Все грунты, кроме засоленных и набухающих |
|  | Плотность частиц грунта | 11 | То же, с нейтральной жидкостью | Засоленные и набухающие |
|  |  | Приложение 13 | Метод двух пикнометров | Засоленные |

1.6. Значение характеристик вычисляюткак среднее арифмети­ческое из результатов параллельных определений. Разница между параллельными определениями не должна превышать значений, указанных в обязательном приложении 3. Если разница превыша­ет допустимую, количество определений следует увеличить.

1.7. При обработке результатов испытаний плотность вычисля­ют с точностью до 0,01 г/см3 влажность до 30 % — с точностью до 0,1%, влажность 30 % и выше — с точностью до 1 %.

1.8. Погрешность измерения массы (взвешивания) не должна превышать:

при массе от 10 до 1000 г ....... 0,02 г

» » от 1 до 5 кг ....... 5 г

1.9. Данные о месте отбора образцов грунтов и результаты определений их физических характеристик записывают в журна­лах, форма которых приведена в рекомендуемых приложениях 4—10.

**2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ** **ВЫСУШИВАНИЯ ДО ПОСТОЯННО****Й МАССЫ**

2.1. Влажность грунта следует определятькак отношение мас­сы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной мас­сы, к массе высушенного грунта.

2.2. Подготовка к испытаниям

2.2.1. Пробу грунта для определения влажности отбирают мас­сой 15—50 г, помещают в заранее высушенный, взвешенный и пронумерованный стаканчик и плотно закрывают крышкой.

2.2.2. Пробы грунта для определения гигроскопической влаж­ности грунта массой 10—20 г отбирают способом квартования из грунта в воздушно-сухом состоянии растертого, просеянного сквозь сито с сеткой № 1 и выдержанного открытым не менее 2 ч при данной температуре и влажности воздуха.

2.3. Проведение испытаний

2.3.1. Пробу грунта в закрытом стаканчике взвешивают.

2.3.2. Стаканчик открывают и вместе с крышкой помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре (105 2)С. Загипсованные грунты высу­шивают при температуре (80 2)С*.*

2.3.3. Песчаные грунты высушивают в течение 3 ч, а остальные — в течение 5 ч.

Последующие высушивания песчаных грунтов производят в течение 1 ч, остальных — в течение 2 ч.

2.3.4. Загипсованные грунты высушивают в течение 8 ч. Последующие высушивания производят в течение 2 ч.

2.3.5. После каждого высушивания грунт в стаканчике охлаж­даютвэксикаторе с хлористым кальцием до температуры поме­щения и взвешивают.

Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0,02 г.

2.3.6. Если при повторном взвешивании грунта, содержащего органические вещества, наблюдается увеличение массы, то за ре­зультат взвешивания принимают наименьшую массу.

2.4. Обработка результатов

2.4.1. Влажность грунта *w,* %, вычисляют по формуле

 (1)

где *т —* масса пустого стаканчика с крышкой, г;

*m*1 — масса влажного грунта. со стаканчиком и крышкой, г;

*m*0 — масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, г.

Допускается выражать влажность грунта в долях единицы.

**3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОЙ ВЛАЖНОСТИ**

**МЕРЗЛОГО ГРУНТА**

3.1. Подготовка к испытаниям

3.1.1. Образец мерзлого грунта со слоистой или сетчатой крио­генной текстурой массой 1—3 кг (имеющий не менее трех ледя­ных и минеральных прослоек каждого направления) помещают в предварительно высушенную, взвешенную и пронумерованную та­ру. Допускается оттаивание образцов грунта в плотно завязанных полиэтиленовых пакетах во время транспортирования и хранения.

3.2. Проведение испытаний

3.2.1. Образец грунта в таре взвешивают, дают ему оттаять и доводят до однородного состояния, близкого к границе текучести для пылевато-глинистых грунтов, или полного водонасыщения для песчаных грунтов, перемешивая его металлическим шпателем и добавляя дистиллированную воду или осторожно сливая избыток воды после ее осветления.

3.2.2. Грунт в таре вновь взвешивают и отбирают из него про­бы для определения влажности перемешанного грунта в соответ­ствии с требованиями пп. 2.3 и 2.4.

3.3. Обработка результатов

3.3.1. Суммарную влажность *wtot,* %, мерзлого грунта вычисля­ют по формуле

 (2)

где *m*2 — масса тары, г:

*m*3 — масса образца грунта (с тарой), г;

*т*4 *—* масса перемешанного грунта (с тарой), г;

*w —* влажность перемешанного грунта, %.

**4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ ТЕКУЧЕС****ТИ**

4.1. Границу текучести следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм.

4.2. Подготовка к испытаниям

4.2.1. Для определения границы текучести используют моноли­ты или образцы нарушенного сложения, для которых требуется сохранение природной влажности.

Для грунтов, содержащих органические вещества, границу те­кучести определяют сразу после вскрытия образца.

Для грунтов, не содержащих органических веществ, допуска­ется использование образцов грунтов в воздушно-сухом состоянии.

4.2.2. Образец грунта природной влажности разминают шпате­лем в фарфоровой чашке или нарезают ножом в виде тонкой стружки (с добавкой дистиллированной воды, если это требуется), удалив из пего растительные остатки крупнее 1 мм, отбирают из размельченного грунта методом квартования пробу массой около 300 г и протирают сквозь сито с сеткой № 1.

Пробу выдерживают в закрытом стеклянном сосуде не менее 2 ч.

4.2.3. Образец грунта в воздушно-сухом состоянии растирают в фарфоровой ступке или в растирочной машине, не допуская дробления частиц грунта и одновременно удаляя из него расти­тельные остатки крупнее 1 мм, просеивают сквозь сито с сеткой № 1, увлажняют дистиллированной водой до состояния густой пасты, перемешивая шпателем, и выдерживают в закрытом стек­лянном сосуде согласно п. 4.2.2.

4.2.4. Для удаления избытка влаги из образцов илов произво­дят обжатие грунтовой пасты, помещенной в хлопчатобумажную ткань между листами фильтровальной бумаги, под давлением (пресс, груз). Грунтовую пасту из илов не допускается выдержи­вать в закрытом стеклянном сосуде.

4.2.5. Добавлять сухой грунт в грунтовую пасту не допуска­ется.

4.3. Проведение испытаний

4.3.1. Подготовленную грунтовую пасту тщательно перемеши­вают шпателем и небольшими порциями плотно (без воздушных полостей) укладывают в цилиндрическую чашку к балансирному конусу. Поверхность пасты заглаживают шпателем вровень с краями чашки.

4.3.2. Балансирный конус, смазанный тонким слоем вазелина, подводят к поверхности грунтовой пасты так, чтобы его острие касалось пасты. Затем плавно отпускают конус, позволяя ему погружаться в пасту под действием собственного веса.

4.3.3. Погружение конуса в пасту в течение 5 с на глубину 10 мм показывает, что грунт имеет влажность, соответствующую границе текучести.

4.3.4. При погружении конуса в течение 5 с на глубину менее 10 мм, грунтовую пасту извлекают из чашки, присоединяют к ос­тавшейся. пасте, добавляют немного дистиллированной воды, тща­тельно перемешивают ее и повторяют операции, указанные в пп. 4.3.1—4.3.3.

4.3.5. При погружении конуса за 5 с на глубину более 10 мм грунтовую пасту из чашки перекладывают в фарфоровую чашку, слегка подсушивают на воздухе, непрерывно перемешивая шпате­лем и повторяют операции, указанные в пп. 4.3.1—4.3.3.

4.3.6. По достижении границы текучести (п. 4.3.3) из пасты от­бирают пробы массой 15—20 г для определения влажности в со­ответствии с требованиями пп. 2.3 и 2.4.

**5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ Г****РАНИ****ЦЫ РАСКАТЫВАНИЯ**

5.1. Границу раскатывания (пластичности) следует определять как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3—10 мм.

5.2. Подготовка к испытаниям

5.2.1. Подготовку грунта производят в соответствии с пп. 4.2.1— 4.2.5 или используют часть грунта (40—50 г), подготовленного для определения текучести.

5.3. Проведение испытаний

5.3.1. Подготовленную грунтовую пасту тщательно перемеши­вают, берут небольшой кусочек и раскатывают ладонью на стек­лянной или пластмассовой пластинке до образования жгута диа­метром 3 мм. Если при этой толщине жгут сохраняет связность и пластичность, его собирают в комок и вновь раскатывают до образования жгута диаметром 3 мм. Раскатывать следует, слег­ка нажимая на жгут, длина жгута не должна превышать ширины ладони. Раскатывание продолжают до тех пор, пока жгут не на­чинает распадаться по поперечным трещинам на кусочки длиной 3—10 мм.

5.3.2. Кусочки распадающегося жгута собирают в стаканчики, накрываемые крышками. Когда масса грунта в стаканчиках дос­тигнет 10—15 г, определяют влажность в соответствии с требова­ниями пп. 2.3 и 2.4.

**6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ РЕЖУЩЕГО КОЛЬЦА**

6.1. Плотность грунта определяется отношением массы образца грунта к его объему.

6.2. Подготовка к испытаниям

6.2.1. Согласно требованиям табл. 2 выбирают режущее коль­цо-пробоотборник.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Размеры кольца-пробоотборника | | | |
| Наименование  и состояние грунтов | Толщина стенки, мм | Диаметр внутренний *d*, мм | Высота *h* | Угол заточки наружного режущего края |
| Немерзлые пылевато-глинистые грунты | 1,52,0 | ≥ 50 | 0,8 *d* ≥ *h* > 0,3 *d* | Не более 30 |
| Немерзлые и сыпуче-мерзлые песчаные грунты | 2,04,0 | ≥ 70 | *d ≥ h* > 0,3 *d* | То же |
| Мерзлые пылевато-глинистые грунты | 3,04,0 | ≥ 80 | *h* = *d* | 45 |

6.2.2. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости.

6.2.3. Кольца нумеруют, измеряют внутренний диаметр и вы­соту с погрешностью не более 0,1 мм и взвешивают. По результа­там измерений вычисляют объем кольца с точностью до 0,1 см3.

6.2.4. Пластинки с гладкой поверхностью (из стекла, металла и т. д.) нумеруют и взвешивают.

6.3. Проведение испытаний

6.3.1. Кольцо-пробоотборник смазывают с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки.

6.3.2. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта вырав­нивают, срезая излишки грунта ножом, устанавливают на ней ре­жущий край кольца и винтовым прессом или вручную через на­садку слегка вдавливают кольцо в грунт, фиксируя границу об­разца для испытаний. Затем грунт снаружи кольца обре­зают на глубину 5—10 мм ниже режущего края кольца, фор­мируя столбик диаметром на 1—2 мм больше наружного диамет­ра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажи­мом пресса или насадки насаживают кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подреза­ют на 8—10 мм ниже режущего края кольца и отделяют его.

Грунт, выступающий за края кольца, срезают ножом, зачища­ют поверхность грунта вровень с краями кольца и закрывают тор­цы пластинками.

При пластичном или сыпучем грунте кольцо плавно, без перекосов вдавливают в него и удаляют грунт вокруг кольца. Затем зачищают поверхность грунта, накрывают кольцо пластинкой и подхватывают его снизу плоской лопаткой.

6.3.3. Кольцо с грунтом и пластинками взвешивают.

6.4. Обработка результатов

6.4.1. Плотность грунта ρ, г/см3, вычисляют по формуле

 (3)

где *m*1 — масса грунта с кольцом и пластинками, г;

*т*0 *—* масса кольца, г;

*m*2 — масса пластинок, г;

*V* — внутренний объем кольца, см3*.*

**7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ ВЗВЕШИВАНИЯ В ВОДЕ**

7.1. Подготовка к испытаниям

7.1.1. Вырезают образец грунта объемом не менее 50 см3 и придают ему округлую форму, срезая острые выступающие части.

7.1.2. Образец обвязывают тонкой прочной нитью со свобод­ным концом длиной 15—20 см, имеющим петлю для подвешива­ния к серьге весов.

7.1.3. Парафин, нс содержащий примесей, нагревают до тем­пературы 57—60С.

7.2. Проведение испытаний

7.2.1. Обвязанный нитью образец грунта взвешивают.

7.2.2. Образец грунта покрывают парафиновой оболочкой, по­гружая его на 2—3 с в нагретый парафин. При этом пузырьки воздуха, обнаруженные в застывшей парафиновой оболочке, уда­ляют, прокалывай их и заглаживая места проколов нагретой иглой. Эту операцию повторяют до образования плотной парафино­вой оболочки.

7.2.3. Охлажденный парафинированный образец взвешивают.

7.2.4. Затем парафинированный образец взвешивают в сосуде с водой. Для этого над чашей весов устанавливают подставку для сосуда с водой так, чтобы исключить ее касание к чаше весов (или снимают подвес с чашей с серьги, уравновесив весы допол­нительным грузом). К серьге коромысла подвешивают образец и опускают в сосуд с водой. Объем сосуда и длина нити должны обеспечить полное погружение образца в воду. При этом образец не должен касаться дна и стенок сосуда.

Примечание. Допускается применять метод обратного взвешивания На чашу циферблатных весов устанавливают сосуд с водой и взвешивают его. Затем в жидкость догружают образец, подвешенный к штативу, и вновь взве­шивают сосуд с водой и погруженным в нее образцом.

7.2.5. Взвешенный образец вынимают из воды, промокают фильтровальной бумагой и взвешивают для проверки герметичности оболочки. Если масса образца увеличилась более чем на 0,02 г по сравнению с первоначальной, образец следует забраковать и повторить испытание с другим образцом.

7.3. Обработка результатов

7.3.1. Плотность грунта ρ, г/см3 вычисляют по формуле

 (4)

где *т —* масса образца грунта до парафинирования, г;

*m*1 — масса парафинированного образца грунта, г;

*m*2 — результат взвешивания образца в воде— разность масс парафинированного образца и вытесненной им воды, г;

ρp — плотность парафина, принимаемая равной 0,900 г/см3;

ρw — плотность воды при температуре испытаний, г/см3.

Примечание. Плотность парафина следует уточнять для каждой партии парафина. Плотность воды, в зависимости от температуры, следует при­нимать по справочному приложению 11.

7.3.2. При применении метода обратного взвешивания плот­ность грунта вычисляют по формуле

 (5)

где *m*, ρp, ρw — то же, что и в формуле (4);

*m*3 — масса сосуда с водой, г;

*m*4 — масса сосуда с водой и погруженным в нее пара­финированным образцом, г.

**8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ МЕРЗЛОГО ГРУНТА МЕТОДОМ ВЗВЕШИВАНИЯ В НЕЙТРАЛЬНО****Й ЖИДКОСТИ**

8.1. Подготовка к испытаниям

8.1.1. Образец грунта и нейтральная жидкость (керосин, лиг­роин и др.) должны иметь отрицательную температуру.

8.1.2. Образец грунта отбирают округлой формы массой 100— 150 г и обвязывают нитью (п. 7.1.2). Для грунтов с сетчатой или слоистой криогенной структурой масса образца может быть уве­личена.

8.1.3. Определяют плотность нейтральной жидкости ареометром при температуре испытания.

8.2. Проведение испытаний

8.2.1. Обвязанный нитью образец грунта взвешивают.

8.2.2. Затем образец взвешивают, погрузив его в нейтральную жидкость. Взвешивание производят в соответствии с указаниями п. 7.2.4.

8.3. Обработка результатов

8.3.1. Плотность грунта ρ, г/см3 вычисляют по формуле

 (6)

где *т* ***—*** масса образца (до погружения), г;

*m*1 — результат взвешивания образца в нейтральной жидкос­ти—разность масс образца и вытесненной им жидкости, г;

ρnl *—* плотность нейтральной жидкости при температуре испы­таний, г/см3.

Примечание. При применении метода обратного взвешивания плотность грунта вычисляют по формуле

 (7)

где *т* и ρnl — то же, что и в формуле (6);

*m*3 — масса сосуда с нейтральной жидкостью, г,

*т*4 *—* масса сосуда с нейтральной жидкостью и погруженным в нее образцом, г.

**9.** **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СУХОГО ГРУНТА РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ**

9.1. Для определения плотности сухого грунта предварительно определяют влажность грунта и его плотность при этой влажности в соответствии с требованиями разд. 2, 3 и 6—8 настоящего стан­дарта.

9.2. Плотность сухого грунта ρ*d*, г/см3, вычисляют по формуле

 (8)

где ρ —плотность грунта, г/см3;

w —влажность грунта, %.

**10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЧАСТИЦ ГРУНТА** **ПИКНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

10.1. Плотность частиц грунта определяется отношением мас­сы частиц грунта к их объему.

10.2. Подготовка к испытаниям

10.2.1. Образец грунта в воздушно-сухом состоянии размель­чают в фарфоровой ступке, отбирают методом квартования сред­нюю пробу массой 100—200 г и просеивают сквозь сито с сеткой № 2, остаток на сите растирают в ступке и просеивают сквозь то же сито.

10.2.2. Из перемешанной средней пробы берут навеску грунта из расчета 15 г на каждые 100 мл емкости пикнометра и высушивают до постоянной массы в соответствии с требованиями п. 2.2 и 2.3. Навеску заторфованного грунта или торфа следует отбирать из средней пробы из расчета 5 г сухого грунта на каж­дые 100 мл емкости пикнометра, которая в этом случае должна быть не менее 200 мл.

Допускается использовать грунт в воздушно-сухом состоянии, определив его гигроскопическую влажность.

10.2.3. Дистиллированную воду следует прокипятить в течение 1 ч и хранить в закупоренной бутыли.

10.3. Проведение испытаний

10.3.1. Пикнометр, наполненный на 1/3 дистиллированной во­дой, взвешивают. Затем через воронку всыпают в него высушен­ную пробу грунта и снова взвешивают.

10.3.2. Пикнометр с водой и грунтом взбалтывают и ставят кипятить на песчаную баню. Продолжительность спокойного ки­пячения (с момента начала кипения) должна составлять: для пес­ков и супесей — 0,5 ч, для суглинков и глин — 1 ч.

10.3.3. После кипячения пикнометр следует охладить и долить дистиллированной водой до мерной риски на горлышке, а если пикнометр с капилляром в пробке — до шейки пикнометра.

Пикнометр охлаждают до комнатной температуры в ванне с водой. Температуру пикнометра определяют по температуре воды в ванне, измеряемой с точностью до 0,5С термометром, рас­положенным в средней части ванны между пикнометрами.

10.3.4. После охлаждения пикнометра следует поправить поло­жение мениска воды в нем, добавляя из капельницы дистиллиро­ванную воду. В пикнометре с мерной риской низ мениска должен совпадать с ней. Возможные капли воды выше риски удаляют фильтровальной бумагой. Пикнометр с капилляром доливают при­мерно до середины шейки пикнометра, закрывают пробку и удаля­ют выступившую из капилляра воду фильтровальной бумагой. Проверяют отсутствие пузырьков воздуха под пробкой и при их наличии вновь доливают воду.

Пикнометр вытирают снаружи и взвешивают.

10.3.5. Далее выливают содержимое пикнометра, ополаскивают его, наливают в него дистиллированную воду и выдерживают в ванне с водой при той же температуре. Затем выполняют опера­ции, указанные в п. 10.3.4, и взвешивают пикнометр с водой.

Примечание. При большом количестве испытаний следует заранее определить объемы пикнометров (до мерной риски) и их массы с водой при различных температурах, находящихся в интервале температур испытаний. Объем пикнометра *V*п,см3, вычисляют по формуле

 (9)

где *m*2’ *—* масса пикнометра с дистиллированной водой (или нейтральной жидкостью — см. разд. 11) при температуре тарировки, г;

*m*п *—* масса пустого пикнометра, г;

ρw’ — плотность воды (или нейтральной жидкости) при той же температуре, г/см3.

Массу пикнометра с дистиллированной водой или нейтральной жидкостью *m*2, г, при температуре испытаний вычисляют по фор­муле

 (10)

где ρw ⎯ плотность воды (или нейтральной жидкости) при температуре испытаний.

10.4. Обработка результатов

Плотность частиц грунта ρs, г/см3, вычисляют по формуле

 (11)

где *m*0 — масса сухого грунта, г;

*m*1 —масса пикнометра с водой и грунтом после кипячения при температуре испытания, г;

*m*2 — масса пикнометра с водой при той же температуре, г;

ρw — плотность воды при той же температуре, г/см3.

Примечание. Массу сухого грунта то определяют как разность резуль­татов двух взвешиваний, выполненных по указаниям п. 10.3.1.

В случае использования грунта в воздушно-сухом состоянии *т*0 вычисляют по формуле

 (12)

где *т —* масса пробы воздушно-сухого грунта, г;

*w*g— гигроскопическая влажность грунта, %.

**11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЧАСТИЦ ГРУНТА** **ПИКНОМЕТРИЧЕСКИМ М****ЕТОДОМ**

**С НЕЙТРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТЬЮ**

11.1. Подготовка к испытаниям

11.1.1. Подготовку пробы грунта производят в соответствии с указаниями пп. 10.2.1 и 10.2.2.

11.1.2. Нейтральная жидкость (например, керосин) должна быть обезвожена и профильтрована. Керосин обезвоживают путем взбалтывания его с силикагелем по ГОСТ 3956—76, прокаленным в муфельной печи при температуре 500 С в течение 4 ч. Силикагель берут из расчета 250 г на 1 л керосина.

Плотность керосина после обезвоживания и очистки должна быть установлена с помощью ареометра.

11.2. Испытания проводят в соответствии с указаниями пп. 10.3.1—10.3.4, применяя обезвоженный керосин вместо дистил­лированной воды и вакуумирование вместо кипячения: степень разряжения при вакуумировании следует определять по началу выделения пузырьков воздуха; вакуумирование следует продолжать до прекращения выделения пузырьков, но не менее 1 ч. При всех взвешиваниях температура керосина должна быть постоянной, в пределах 1С.

11.3. Обработка результатов

Плотность частиц засоленного или набухающего грунта ρs, г/см3, вычисляют по формуле

 (13)

где *т*0 *—* масса сухого грунта, г;

*т*1 *—* масса пикнометра с керосином и грунтом, г;

*т*2 *—* масса пикнометра с керосином, г;

ρnl — плотность керосина при температуре испытания, г/см3.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

*Справочное*

**ТЕ****РМИНЫ И ИХ ПОЯСНЕНИЯ**

**Влажность грунта *w*** *—* отношение массы воды в объеме грунта к массе этого грунта, высушенного до постоянной массы.

**Гигроскопическая влажность *w*g** *—* влажность грунта в воздушно-сухом со­стоянии, т. е. в состоянии равновесия с влажностью и температурой окружаю­щего воздуха.

**Граница текучести** ***w*L** — влажность грунта, при которой грунт находится на границе пластичного и текучего состояний.

**Граница раскатывания (пластич****ности)** ***w*p —** влажность грунта, при кото­рой грунт находится на границе твердого и пластичного состояний.

**Плотность грунта ρ** — масса единицы объему грунта.

**Плотность сухого грунта ρ*d*** — отношение массы грунта за вычетом массы воды и льда в его порах к его первоначальному объему.

**Плотность частиц грунта** **ρs** — масса единицы объема твердых (скелетных) частиц грунта.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*

*Обязательное*

**Оборудование и материалы, необходимые для определения физических характеристик грунтов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Номер раздела стандарта | | | | | | | | | | |
| № п/п | Оборудование  и материалы | Влажность | | | | Плотность | | | | | При-ло-же- | При-ло-же- |
|  |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | ние 12 | ние 13 |
| 1 | Шкаф сушильный или вакуумный сушильный | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 2 | Термометр по ГОСТ 282373Е со шкалой от 0 до 200С, с ценой деления 2С | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 3 | Эксикатор по ГОСТ 2393279Е с кальцием хлористым по ГОСТ 446077, прокаленным в муфельной печи | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 4 | Стаканчики стеклянные по ГОСТ 2393279Е или алюминиевые ВС-1 с крышками | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 5 | Шпатели металлические | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 6 | Нож с прямым лезвием | + | + | + | + | + | + | + |  |  | + |  |
| 7 | Щипцы тигельные | + | + | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 8 | Весы лабораторные по ГОСТ 2410480Е с гирями по ГОСТ 732882Е | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 9 | Весы настольные циферблатные по ГОСТ 2410480Е с гирями по ГОСТ 732882Е |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Ступка фарфоровая и пестик по ГОСТ 914780Е | + |  | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 11 | Набор сит по ГОСТ 358473 | + |  | + | + |  |  |  | + | + | + | + |
| 12 | Чашка фарфоровая по ГОСТ 914780Е или таз пластмассовый, эмалированный |  | + | + | + |  |  |  |  |  | + |  |
| 13 | Кольца-пробоотборники (см. п. 3.1.2) |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 14 | Лопатка плоская |  | + | + | + | + |  |  | + | + | + | + |
| 15 | Штангенциркуль по ГОСТ 16680 |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 16 | Пресс винтовой |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 17 | Насадка для вдавливания колец |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 18 | Пластинки гладкие (стекло, металл и т. д.) |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |
| 19 | Вазелин технический |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 20 | Консистентная смазка (тавот и т. п.) |  |  | + |  | + |  |  |  |  |  |  |
| 21 | Стаканы лабораторные 0,5 и 1 л |  |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |
| 22 | Подставки разные |  |  | + |  |  | + | + |  |  |  |  |
| 23 | Термометр по ГОСТ 282373Е со шкалой от 0 до 50С, с ценой деления 0,5С |  |  |  |  |  | + | + | + | + |  | + |
| 24 | Парафин |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |
| 25 | Игла, нить, леска |  |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |
| 26 | Бумага фильтровальная |  |  | + | + |  | + |  |  |  | + | + |
| 27 | Набор ареометров по ГОСТ 1848181Е с ценой деления 0,001 г/см3, от 15 до 35С |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |
| 28 | Нейтральная жидкость (керосин, лигроин и т. д.) |  |  |  |  |  |  | + |  | + |  |  |
| 29 | Пикнометры по ГОСТ 2252477Е |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + |
| 30 | Баня песчаная |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |  |
| 31 | Ванна с водой |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + |
| 32 | Пипетка или капельница |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + |
| 33 | Вакуумный шкаф со стеклянной дверкой или насос с вакуумной тарелкой и колпаком |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |  |
| 34 | Балансирный конус\* |  |  | + |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35 | Секундомер СМ-60 |  |  | + |  |  |  |  |  |  | + |  |
| 36 | Вода дистиллированная |  | + | + | + |  | + |  | + |  | + | + |
| 37 | Воронка стеклянная |  |  |  |  |  |  |  | + | + |  | + |
| 38 | Сосуд стеклянный (банка) с крышкой |  |  | + |  |  |  |  |  |  | + |  |
| 39 | Ткань хлопчатобумажная |  |  | + |  |  |  |  |  |  | + |  |
| 40 | Пресс рычажный или гидравлический до 3 т |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + |  |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Балансирный конус представляет собой металлический пенетрационный конус (угол при вершине 30°) с двумя противовесами, жестко закрепленными на нем так, что центр тяжести устройства в рабочем положении опущен ниже вершины конуса для устойчивости при измерениях. Конус имеет кольцевую риску в 10 мм от вершины и общую массу (760,2) г. Комплектуется чашкой для грунтовой пасты и подставкой.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*

*Обязательное*

**Допустимая разница Δ результатов параллельных определений**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Влажность грунта *w*, % | | | | |
|  | 1 ⎯ 5 | >5 ⎯ 10 | > 10 ⎯ 50 | > 50 ⎯ 100 | > 100 |
| Δ, % | 0,2 | 0,6 | 2,0 | 4,0 | 5,0 |
|  | Влажность грунта  на границе текучести *w*L, % | | | | |
|  | до 80 | | | 80 и более | |
| Δ, % | 2,0 | | | 4,0 | |
|  | Влажность грунта  на границе раскатывания *w*p, % | | | | |
|  | до 40 | | | 40 и более | |
| Δ, % | 2,0 | | | 4,0 | |
|  | Плотность грунта ρ, г/см3 | | | | |
|  | Песчаные грунты | | | Пылевато-глинистые грунты | |
| Δ, г/см3 | 0,04 | | | 0,03 | |
|  | Плотность частиц грунта ρs, г/см3 | | | | |
|  | До 2,75 | | | 2,75 и более | |
| Δ, г/см3 | 0,02 | | | 0,03 | |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения влажности грунта**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ п/п | Дата | Лабора-торный номер образца | Номер выра-ботки | Глуби-на отбора образца | Номер стакан-чика | Масса стакан-чика с крыш- | Масса влаж-ного грунта со ста- | Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой *m*0, г | | Влажность  *w*, % | |
|  |  |  |  | грунта, м |  | кой  *m*, г | канчи-ком и крыш-кой  *m*0, г | 1-е взвеши-вание | 2-е взвеши-вание | отдель-ной пробы | средняя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 5*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения суммарной влажности мерзлого грунта методом средней пробы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Дата | Лаборатор-ный номер | Номер выработки | Глубина отбора образца | Номер тары | Масса тары *m*2, г | Масса образца грунта | Масса перемешан-ного | Номер стаканчика | Масса стаканчика  с крышкой | Масса влажного грунта со | Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой *m*0, г | | Влажность перемешанного грунта  *w*, % | | Влажность грунта |
| п/п |  | образца |  | грунта, м |  |  | с массой тары  *m*3, г | грунта и тары  *m*4, г |  | *m*, г | стаканчиком и крышкой  *m*1, г | 1-е взвешивание | 2-е взвешивание | отдельной пробы | средняя | *wtot*, % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения границ текучести и раскатывания**

**пылевато-глинистых грунтов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | Граница текучести | | | | | | | Граница раскатывания | | | | | | |  | |  | |
| №№ п/п | Дата | Лабораторный номер образца | Номер выработки | Глубина отбора образца грунта, м | Номер стаканчика | Масса стаканчика с крышкой *m*, г | Масса влажного грунта со | Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой *m*0, г | | Граница текучести  *w*L, % | | Номер стаканчика | Масса стаканчика  с крышкой | Масса влажного грунта со | Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой  *m*0, г | | Граница раскатывания  *w*p, % | | | Число пластичности *Ip*, % | | Примечания | |
|  |  |  |  |  |  |  | стаканчиком и крышкой *m*1, г | 1-е взвешивание | 2-е взвешивание | отдельной пробы | средняя |  | *m*, г | стаканчиком  и крышкой  *m*1, г | 1-е взвешивание | 2-е взвешивание | отдельной пробы | средняя | | *Ih*=*w*L-*w*p | |  | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | 20 | | 21 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  | |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения плотности грунта методом режущего кольца**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Дата | Лабораторный номер | Номер | Глубина отбора | Номер | Номер пластинок | | Масса кольца с грунтом и | Масса кольца | Масса пластинок, г | | Масса | Объем грунта | Плотность грунта ρ, г/см3 | |
| п/п |  | образца | выработки | образца грунта, м | кольца | верхней | нижней | пластинками  *m*1, г | *m*0, г | верхней | нижней | грунта, г | *V*, см3 | образца | средняя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения плотности грунта методом взвешивания в воде**

**парафинированных образцов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Лабораторный |  | Глубина | Масса, г | | | | Плотность, ρ, г/см3 | |
| №№  п/п | Дата | номер образца грунта | Номер выработки | отбора образца грунта, м | грунта до парафинирования | парафинирован-ного грунта | парафинирован-ного грунта в воде | контрольное взвешивание парафинирован-ного грунта | образца | средняя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 9*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения плотности грунта методом взвешивания образца**

**в нейтральной жидкости**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Дата | Лабораторный номер | Номер | Глубина  отбора | Масса, г | | Температура | Плотность  нейтральной | Плотность ρ, г/см3 | |
| п/п |  | образца | выработки | образца грунта, м | образца  в воздухе | образца  в нейтральной жидкости | жидкости, С | жидкости ρnl, г/см3 | образца | средняя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 10*

*Рекомендуемое*

**ЖУРНАЛ**

**определения плотности частиц грунта пикнометрическим методом**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ | Дата | Лабораторный номер | Номер | Глубина отбора | Номер | Масса, г | | | | | Температура | Плотность частиц грунта  ρs, г/см3 | |
| п/п |  | образца | выработки | образца, м | пикнометра | пикнометра, заполненного водой (керосином) на 1/3 его емкости | пикнометра, заполненного водой (керосином) на 1/3 его емкости и грунтом | пикнометра с водой (керосином) и грунтом | пикнометра с водой (керосином) | сухого  грунта | воды, (керосина), С | образца | средняя |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 11*

*Справочное*

**Плотность воды при различных температурах**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Температура, С | Плотность, г/см3 | Температура, С | Плотность, г/см3 |
| 0 ⎯ 12 | 1,000 | 24 ⎯ 27 | 0,997 |
| 12 ⎯ 18 | 0,999 | 29 ⎯ 30 | 0,996 |
| 19 ⎯ 23 | 0,998 | 31 ⎯ 33 | 0,995 |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 12*

*Рекомендуемое*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦЫ РАСКАТЫВАНИЯ (ПЛАСТИЧНОСТИ) МЕТОДОМ ПРЕССОВАНИЯ**

1. Границу раскатывания допускается определять как влажность грунтовой пасты, устанавливающуюся после прессования ее в контакте с целлюлозой (фильтровальной бумагой) под давлением 2 МПа (20 кгс/см2) до завершения водоотдачи грунта.

2. Проведение испытаний

2.1. Шаблон толщиной 2 мм с отверстием 5 см укладывают на хлопчато­бумажную ткань и заполняют грунтовой пастой, подготовленной по пп. 4.2.1— 4.2.5 настоящего стандарта. Избыток пасты срезают ножом вровень с поверхностью шаблона. Шаблон удаляют, а полученный образец покрывают сверху такой же тканью.

2.2. Снизу и сверху подготовленного образца укладывают по 20 листов фильтровальной бумаги размером 9х9 см. Подготовленный образец помещают между деревянными или металлическими пластинками и создают с помощью пресса давление на образец 2 МПа (20 кгс/см2) в течение 10 мин.

2.3. Затем проводят контроль завершения водоотдачи грунта. Для этого снимают давление пресса, вынимают образец и, удалив фильтровальную бумагу и ткань, сгибают образец пополам.

Границу раскатывания считают достигнутой, если образец на сгибе дает трещину.

2.4. При отсутствии трещины определение повторяют на новой порции пас­ты, увеличив длительность прессования на 10 мин по сравнению с длитель­ностью предыдущего испытания. Повторные прессования повторяют до тех пор, пока не будет достигнута граница раскатывания грунта в соответствии с п. 2.3 настоящего приложения.

2.5. По достижении границы раскатывания сразу определяют влажность образца в соответствии с указаниями пп. 2.2 и 2.3 настоящего стандарта.

2.6. Для контроля применимости метода для грунтов, поступающих в ла­бораторию, не менее 20% общего числа образцов из каждого инженерно-гео­логического элемента следует испытывать параллельно методом раскатывания согласно указаниям разд. 5 настоящего стандарта. Метод прессования допус­кается применять только при получении сопоставимых результатов контрольных определений.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 13*

*Рекомендуемое*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЧАСТИЦ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ В ВОДЕ**

1. Подготовку образцов грунта к испытаниям следует проводить в соответствии с указаниями пп. 10.2.1 и 10.2.2 настоящего стандарта.

2. Проведение испытаний

2.1. Выполняют операции, указанные в пп. 10.3.1—10.3.3 настоящего стан­дарта.

2.2. С помощью резиновой груши следуют осторожно отсасывать осветлен­ную жидкость из верхней части пикнометра в малый пикнометр, объем кото­рого не должен превышать 60—80% объема основного пикнометра. Положение мениска в малом пикнометре устанавливают согласно п. 10.3.4 настоящего стан­дарта, добавляя в него по каплям осветленный солевой раствор из большого пикнометра, при этом не допуская взмучивания осадка в большом пикно­метре.

Малый пикнометр с жидкостью следует вытереть насухо и взвесить.

2.3. Солевой раствор из малого пикнометра и суспензию из большого пикнометра выливают, прополаскивают их дистиллированной водой, наливают дистиллированную воду и выдерживают в ванне с водой.

2.4. Далее выполняют операции, указанные в п. 10.3.4 настоящего стан­дарта, и взвешивают пикнометры с водой.

3. Обработка результатов

3.1. Плотность частиц засоленного грунта ρsz, г/см3 вычисляют по фор­муле



где *М*0 *—* масса грунта в пикнометре, г;

*M*1 *—* масса большого пикнометра (пустого), г;

*М*2 *—* масса большого пикнометра с водой и грунтом, г;

*М*3 *—* масса большого пикнометра с водой, г;

*m*1 — масса малого пикнометра (пустого), г;

*т*3 *—*масса малого пикнометра с водой, г;

*m*4 — масса малого пикнометра с солевым раствором, г;

ρz — плотность растворимых солей (допускается принимать ρz = 2,20 г/см3);

ρw — плотность воды при температуре испытания, г/см3.