

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

# ГРУНТЫ

## МЕТОД ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЖИМАЕМОСТИ

## ГОСТ 23908–79

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
Москва

gost.e-ecolog.ru

*(Продолжение изменения к ГОСТ 23908—79)*

«при проведении испытаний сжимаемости однородных глинистых грунтов в полевых лабораториях допускается применять рабочие кольца внутренним диаметром не менее 56,5 мм с отношением высоты к диаметру не более 1:2,8».

(ИУС № 8 1981 г.)

**РАЗРАБОТАН** Государственным комитетом СССР по делам строительства

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**Р. С. Зиангиров**, д-р геол.-минер. наук (руководитель темы); **Б. А. Снежкин**; **Л. Г. Мариупольский**, канд. техн. наук; **Г. В. Сорокина**, канд. техн. наук; **Л. Е. Темкин**

**ВНЕСЕН** Государственным комитетом СССР по делам строительства

Член Коллегии **В. И. Сычев**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 21 ноября 1979 г. № 219

УДК 624.131.376:006.354 Группа Ж39

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# ГРУНТЫ

## Метод лабораторного определения сжимаемости

Soils. A laboratory method for determining of volume change by oedometer test

**ГОСТ 23908—79**

Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 21 ноября 1979 г. № 219 срок введения установлен

с 01.07. 1980 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на грунты природного и нарушенного сложения: глинистые с показателем консистенции $J_l > 0{,}5$, пылеватые и мелкие пески, а также заторфованные разности названных грунтов и устанавливает метод лабораторного определения их сжимаемости в компрессионных приборах.

Стандарт не распространяется на глинистые грунты, содержащие крупнообломочные включения размерами зерен более 5 мм, а также на просадочные и набухающие грунты.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Характеристики сжимаемости грунтов следует определять по относительной деформации $\varepsilon$, полученной по результатам испытаний образцов грунта в условиях одноосного статического ступенчатого нагружения без возможности бокового расширения.

Испытание надлежит проводить на полностью водонасыщенных образцах под водой и образцах природной влажности, предохраняемых от высыхания.

1.2. Показателями, характеризующими сжимаемость грунтов, являются коэффициент уплотнения $a$, модуль деформации $E$, структурная прочность $P_{стр}$.

1.3. Испытания для определения сжимаемости грунтов следует проводить в диапазоне давлений, определяемых заданием и программой исследований, или в пределах полуторакратной величины условных расчетных давлений на глинистые грунты и мелкие и пы-

Издание официальное Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1980

леватые пески руководствуясь табл. 1, 2, 4 приложения 4 к главе СНиП II—15—74.

1.4. Образцы грунта, предназначенные для испытаний в лаборатории, до определения сжимаемости следует заливать грунтовой водой с места отбора грунта, водной вытяжкой или водой питьевого качества. В случаях, определяемых программой исследований, возможно применение дистиллированной воды и искусственно приготовленных растворов заданного химического состава.

1.5. Образцы грунтов (монолиты) для определения показателей сжимаемости следует отбирать из открытых горных выработок: шурфов, котлованов, расчисток и т. п.

Отбор образцов, их транспортировку и хранение надлежит производить по ГОСТ 12071—72.

Отбор образцов из скважин допускается производить при помощи грунтоносов, обеспечивающих сохранение природного сложения и влажности грунта.

1.6. Термины и определения приведены в справочном приложении 1.

## 2. АППАРАТУРА

2.1. Для испытания сжимаемости грунтов надлежит применять компрессионные приборы, состоящие из следующих основных узлов и деталей:

рабочего кольца внутренним диаметром более 71 мм и высотой более 20 мм с отношением высоты к диаметру 1:3,5;

цилиндрической обоймы;

перфорированного штампа;

поддона с емкостью для воды и перфорированного вкладыша под кольцо;

двух индикаторов с ценой деления шкалы 0,01 мм для измерения вертикальных деформаций образца грунта; допускается применение одного индикатора при условии установки его в центре штампа;

механизма вертикальной нагрузки на образец грунта.

2.2. Конструкция компрессионного прибора должна обеспечивать:

подачу воды к образцу снизу и отвод ее;

центрированную передачу нагрузки на штамп (образец грунта);

передачу на образец грунта давления ступенями от 0,125 кгс/см$^2$;

постоянство давления на каждой ступени;

неподвижность рабочего кольца при испытаниях;

измерение вертикальных деформаций грунта с точностью 0,01 мм;

нагрузку на образец, создаваемую штампом и закрепленным на нем измерительным оборудованием, не более 0,025 кгс/см².

## 3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

3.1. Компрессионные приборы должны устанавливаться в лаборатории на жестком основании, исключающем вибрацию. Горизонтальность установки прибора проверяется по уровню. В помещении во время испытаний должна поддерживаться положительная температура.

3.2. Компрессионные приборы необходимо тарировать не реже одного раза в год для учета их собственных деформаций ($m$) при определении деформаций грунта.

Для тарировки прибора в рабочее кольцо следует заложить специальный металлический вкладыш, покрытый с двух сторон бумажными фильтрами, смоченными водой, и нагружать ступенями давления 0,5 кгс/см², выдерживая их по 2 мин, до максимального давления на вкладыш 10 кгс/см², замеряя по индикаторам деформации прибора.

Тарировка производится при трехкратном нагружении и разгрузке прибора, каждый раз с заменой фильтров на новые.

По результатам тарировки компрессионного прибора следует составить таблицу величин деформаций ($m$) при различных давлениях.

3.3. Для каждого прибора следует определять: высоту и диаметр рабочего кольца (±0,01 мм), его вес (±0,01 гс) и удельное давление от штампа, расположенного на нем измерительного оборудования и неуравновешенных деталей (±0,01 кгс/см²).

3.4. Образец грунта для испытания на сжимаемость вырезается рабочим кольцом в соответствии с требованиями ГОСТ 5182—78. Образование зазоров между грунтом и рабочим кольцом не допускается.

Для испытываемых грунтов должны быть определены объемный вес по ГОСТ 5182—78, удельный вес по ГОСТ 5181—78 влажность по ГОСТ 5180—78, пределы пластичности по ГОСТ 5183—77 и гранулометрический состав по ГОСТ 12536—79.

3.5. Образец грунта в кольце следует покрыть с двух сторон влажными фильтрами и поместить в компрессионный прибор. В журнале испытаний следует записать начальные показания индикаторов ($n_0$).

3.6. Водонасыщение образцов грунта следует производить снизу вверх: глинистого — в течение 2—5 суток; песчаного — до появления воды над штампом.

3.7. При испытании глинистых и заторфованных грунтов нарушенного сложения образец грунта следует приготавливать с задан-

ными величинами коэффициента пористости ($e$) и степени влажности ($G=1$). При этом задаваемая влажность ($W_з$) при консистенции грунта $0.5<J_L<1$ должна быть определена по формуле

$$W_з=W_р \quad J_L(W_L-W_р), \tag{1}$$

а коэффициент пористости ($e$) — по формуле

$$e=\frac{0,01\cdot W_з\gamma_s}{\gamma_в\cdot G}=\frac{\gamma_s-\gamma_c}{\gamma_c}, \tag{2}$$

где $W_р$ — влажность грунта на границе раскатывания, %;

$W_L$ — влажность грунта на границе текучести, %;

$\gamma_s$ — удельный вес грунта гс/см$^3$;

$\gamma_c$ — объемный вес скелета грунта, гс/см$^3$.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Структурную прочность ($P_{стр}$) глинистых, в том числе заторфованных, грунтов следует определять путем нагружения образцов ступенями давления по 0,025 кгс/см$^2$ до начала сжатия.

За начало сжатия следует считать относительную деформацию ($\varepsilon$), превышающую 0,005.

Для глинистых грунтов следует вычислять величину их разуплотнения ($\Delta h_н/h$) после отбора и при подъеме образцов на поверхность по формуле

$$\frac{\Delta h_н}{h}=\frac{e_0(1-G)}{1+e_0}, \tag{3}$$

где $\Delta h_н$ — увеличение высоты образца при разуплотнении, см;

$h$ — высота образца грунта до испытания, см;

$e_0$ — начальный коэффициент пористости грунта природного сложения;

$G$ — степень влажности грунта.

4.2. Начальные ступени нагрузок при определении сжимаемости пылеватых и мелких песков, в том числе заторфованных следует выбирать в соответствие с коэффициентом пористости их сложения согласно табл. 1.

Таблица 1

| Коэффициент пористости | $e$ 0,75 | 0,75>e>0,6 | $e$ 0,6 |
|---|---|---|---|
| Первые ступени давления P, кгс/см$^2$ | 0,125 | 0,25 | 0,5 |

4.3. Ступени давления при испытании грунтов должны быть равными 0,125; 0,25; 0,5; 1,0 кгс/см$^2$ и далее с интервалом в 1 кгс/см$^2$ до необходимых пределов. После определения структурной прочности грунта очередную ступень давления следует принять

ближайшую из приведенных. В случаях, предусмотренных программой исследований грунтов, допускается в пределах указанных ступеней давлений принимать более дробные, исходя из особенностей деформируемости грунта.

4.4. После приложения каждой ступени давления показания индикаторов ($n_i$) следует регистрировать через 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30; 60 мин, далее через час в течение рабочего дня, а затем в начале и конце рабочего дня до достижения условной стабилизации деформаций.

4.5. За критерий условной стабилизации деформаций грунта при данной ступени давления следует принимать деформацию не более 0,01 мм:

для глинистых грунтов за 16 ч;

для пылеватых и мелких песков за 4 ч

4.6. Разгрузку образцов грунта следует вести ступенями давления в последовательности, обратной порядку нагружения.

Последняя ступень при разгрузке должна соответствовать давлению, создаваемому весом штампа и смонтированного на нем измерительного оборудования, что составляет около 0,025 кгс/см$^2$.

Регистрацию деформаций при разгрузке следует производить в интервалы времени, указанные в п. 4.4.

За критерий условной стабилизации деформаций при разгрузке следует принимать указанный в п. 4.5.

4.7. В случаях, предусмотренных программой исследований, допускается производить повторное испытание глинистых грунтов на сжимаемость, последовательность которого аналогична последовательности первого нагружения.

4.8. Определение сжимаемости песчаных грунтов нарушенного сложения надлежит производить в условиях водонасыщения. Первая ступень давления передается на грунт, когда он находится в воздушно-сухом состоянии. Деформацию грунта необходимо регистрировать после приложения и незамоченному образцу первой ступени давления и затем после насыщения образца водой.

4.9. После завершения испытания грунта кольцо с влажным грунтом следует взвесить и произвести контрольное измерение высоты образца грунта в кольце; грунт из кольца высушить в термостате при температуре 105±2°С и определить вес сухого грунта. Все результаты измерений надлежит заносить в журнал испытаний грунта (см. рекомендуемое приложение 2).

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

5.1. По результатам испытаний грунта в компрессионном приборе на основании записей в журнале испытаний грунта (см. рекомендуемое приложение 2) следует определить:

а) величину абсолютной деформации грунта ($\Delta h_i$) мм, вычисленную как среднее арифметическое значение показаний индикаторов ($n$) за вычетом поправки на деформацию компрессионного прибора ($m$) согласно п. 3.2;

б) величину относительной деформации образцов грунта ($\varepsilon$) с точностью 0,001 при соответствующих значениях давления ($P_i$) по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h} = \frac{(n - n_0) - m}{h}. \quad (4)$$

5.2. По величинам относительной деформации следует строить график зависимости относительных деформаций от вертикального давления $\varepsilon = f(P)$ (см. обязательное приложение 3).

Точки графика, соответствующие ступеням давлений нагружения (а также разгрузки или повторного нагружения), следует соединить лекальной кривой.

Величина давления, соответствующая точке пересечения лекальной кривой (см. график 1) с осью давления ($P$), равна величине структурной прочности грунта при сжатии ($P_{стр}$).

В случае разуплотнения грунта (см. график 2) структурную прочность ($P_{стр}$) следует определять абсциссой точки $A$ графика $\varepsilon = f(P)$ с ординатой $\Delta h_u / h$, определяемой по формуле (3).

5.3. Коэффициент пористости ($e$) по осредненным значениям относительных деформаций ($\varepsilon'$), взятых с графика, при любом давлении $P_i$ следует вычислять по формуле

$$e_i = e_0 - \varepsilon'(1 + e_0), \quad (5)$$

где $e_0$ — начальный коэффициент пористости грунта.

5.4. Коэффициент уплотнения ($a$) в см²/кгс в интервале давлений $P_i$ и $P_{i+1}$ надлежит вычислять по формуле

$$a = \frac{e_i - e_{i-1}}{P_{i+1} - P_i}, \quad (6)$$

где $e_i$ и $e_{i+1}$ — коэффициенты пористости, соответствующие давлениям $P_i$ и $P_{i+1}$.

5.5. Модуль деформации грунта ($E$) в кгс/см² в интервале давлений от $P_i$ до $P_{i+1}$ следует определять по формуле

$$E = \frac{P_{i+1} - P_i}{\varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i} \cdot \beta \quad (7)$$

или

$$E = \frac{1 + e}{a} \cdot \beta, \quad (8)$$

где $\varepsilon_i$ и $\varepsilon_{i+1}$ — величины относительного сжатия, соответствующие давлениям $P_i$ и $P_{i+1}$;

$a$ — коэффициент уплотнения, соответствующий интервалу давлений от $P_i$ до $P_{i+1}$;

$\beta$ — поправка, учитывающая отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе, принимаемая для пылеватых и мелких песков—0,8; супесей—0,7; суглинков—0,5; глин—0,4.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Справочное*

## Термины и определения

| Термины и обозначения | Определение |
|---|---|
| Давление $P$ на образец грунта | Отношение величины нагрузки, приложенной через штамп, к площади штампа |
| Коэффициент уплотнения ($a$) грунта | Отношение изменения коэффициента пористости к разности давлений, вызвавшей это изменение |
| Модуль деформации ($E$) грунта | Коэффициент пропорциональности между относительной деформацией и вертикальным давлением |
| Сжатие образца грунта абсолютное ($\Delta h$) | Уменьшение первоначальной высоты образца в результате уплотнения при определенном вертикальном давлении |
| Сжатие образца грунта относительное ($\Delta h/h$) | Отношение абсолютного сжатия к начальной высоте образца |
| Стабилизация деформаций образца грунта условная | Приращение величины деформаций образца грунта во времени, характеризующее практическое их затухание при определенном вертикальном давлении |
| Ступень давления на образец грунта | Величина приращения давления при передаче нагрузки через штамп на образец грунта во время испытаний |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Рекомендуемое*

## ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТА ПРИ СЖАТИИ В КОМПРЕССИОННОМ ПРИБОРЕ

Организация _____ Объект _____ Сооружение _____
(лаборатория) (пункт)

Лабораторный номер образца _____ Компрессионный прибор (тип, №) _____

Шурф №_____ глуб. от _____ до _____ м Структура _____
(скважина)

Визуальное описание грунта в лаборатории _____

_____

Условия проведения испытаний (схема и т. д.) _____

_____

| Наименование определяемых параметров | Величина определяемых параметров | | Примечание |
|---|---|---|---|
| | до опыта | после опыта | |
| Вес грунта с кольцом, гс | | | |
| Вес кольца, гс | | | |
| Вес грунта, гс | | | |
| Высота кольца, см | | | |
| Диаметр кольца, см | | | |
| Площадь кольца, $см^2$ | | | |
| Объем кольца, $см^3$ | | | |
| Объемный вес грунта, $гс/см^3$ | | | |
| Весовая влажность, % | | | |
| Вес скелета грунта в единице объема, $гс/см^3$ | | | |
| Удельный вес грунта, $гс/см^3$ | | | |
| Коэффициент пористости | | | |
| Коэффициент водонасыщения | | | |
| Вес сухого грунта, гс | | | |
| Влажность на границе текучести, % | | | |
| Влажность на границе раскатывания, % | | | |
| Число пластичности | | | |
| Показатель консистенции | | | |

*Лабораторный номер образца* _____

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

| Дата испытаний | Время (мин, ч) | Вес груза на подвеске рычага прибора, кгс | Давление на образец $P$ кгс/см² | Показания индикаторов | | | Деформация образца $\Delta h$ мм | Поправка на деформацию прибора $m$, мм | Относительное сжатие (набухание) образца, $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h}$ | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $n_1$ | $n_2$ | Среднее $\frac{n_1 + n_2}{2}$ | | | | |
| | | | | | | | | | | |

## ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

| Давление $P$, кгс/см² | Деформация $\Delta h$, мм | Относительная деформация $\varepsilon = \frac{\Delta h}{h}$ | Относительная деформация снятая с кривой | Коэффициент пористости $e$ | Коэффициент уплотнения $a$, см²/кгс | Модуль деформации $E$ кгс/см² | Структурная прочность грунта $P_{стр}$, кгс/см² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

*Исполнитель* _____

(должность, фамилия, имя, отчество), подпись)

*Журнал проверил* «_____» _____ 19_____ г

(должность, фамилия, имя, отчество), подпись)

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Обязательное*

## ГРАФИК ИСПЫТАНИЯ ГРУНТА ПРИ СЖАТИИ В КОМПРЕССИОННОМ ПРИБОРЕ

Масштаб графиков следует принимать
для давления $P$ (по горизонтали): 0,25 кгс/см² — 10 мм,
для относительного сжатия $\varepsilon$ (по вертикали): 0,02—10 мм

График 1

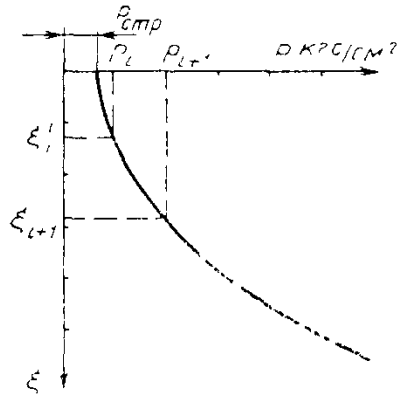
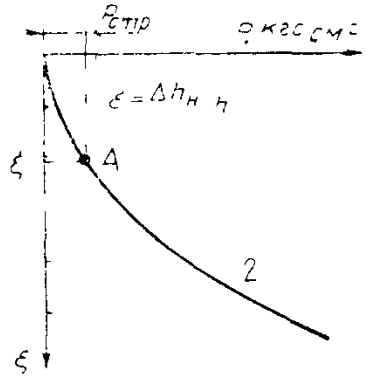



График 2




*1* — относительное сжатие водонасыщенного грунта $\varepsilon$ в зависимости от давления $P$ *2* — относительное сжатие $\varepsilon$ глинистого грунта при частичном разуплотнении в зависимости от давления $P$ $A$ — точка графика, принимаемая по ординате равной $\varepsilon = \Delta h_н / h$, $P_{стр}$ — величина структурной прочности при испытании грунта в компрессионном приборе.

**Цена 5 коп.**

## ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

| Величина | Единица | | |
|---|---|---|---|
| | Наименование | Обозначение | |
| | | русское | международное |
| ДЛИНА | метр | м | m |
| МАССА | килограмм | кг | kg |
| ВРЕМЯ | секунда | с | s |
| СИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА | ампер | А | A |
| ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА | кельвин | К | K |
| КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА | моль | моль | mol |
| СИЛА СВЕТА | кандела | кд | cd |
| **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ** | | | |
| Плоский угол | радиан | рад | rad |
| Телесный угол | стерадиан | ср | sr |

## ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СОБСТВЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

| Величина | Единица | | Выражение производной единицы | |
|---|---|---|---|---|
| | наименование | обозначение | через другие единицы СИ | через основные единицы СИ |
| Частота | герц | Гц | — | $с^{-1}$ |
| Сила | ньютон | Н | — | $м \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Давление | паскаль | Па | $Н/м^2$ | $м^{-1} \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Энергия работа количество теплоты | джоуль | Дж | Н м | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2}$ |
| Мощность поток энергии | ватт | Вт | Дж/с | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3}$ |
| Количество электричества, электрический заряд | кулон | Кл | А с | с А |
| Электрическое напряжение электрический потенциал | вольт | В | Вт/А | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-1}$ |
| Электрическая емкость | фарада | Ф | Кл/В | $м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^4 \cdot А^2$ |
| Электрическое сопротивление | ом | Ом | В/А | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-3} \cdot А^{-2}$ |
| Электрическая проводимость | сименс | См | А/В | $м^{-2} \cdot кг^{-1} \cdot с^3 \cdot А^2$ |
| Поток магнитной индукции | вебер | Вб | В с | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Магнитная индукция | тесла | Тл | Вб | $кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-1}$ |
| Индуктивность | генри | Гн | Вб/А | $м^2 \cdot кг \cdot с^{-2} \cdot А^{-2}$ |
| Световой поток | люмен | лм | — | кд ср |
| Освещенность | люкс | лк | — | $м^{-2} \cdot кд \cdot ср$ |
| Активность нуклида | беккерель | Бк | — | $с^{-1}$ |
| Доза излучения | грэй | Гр | — | $м^2 \cdot с^{-2}$ |

* В эти два выражения входит наравне с основными единицами СИ дополнительная единица—стерадиан

gost.e-ecolog.ru