ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58326— 2018

ГРУНТЫ

Метод лабораторного определения параметров переуплотнения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Научно-исследовательским, проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова [НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — структурным подразделением Акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»)]

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2018 г. № 1125-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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 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

© Стандартинформ, оформление, 2018

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 1
4 Общие положения 2
5 Определение параметров переуплотнения грунтов 2
5.1 Оборудование и приборы 2
5.2 Подготовка к испытанию 2
5.3 Проведение испытания 3
5.4 Обработка результатов 3
Приложение А (рекомендуемое) Формы журналов испытаний по определению параметров переуплотнения грунта и регистрации данных 6
Приложение Б (рекомендуемое) Паспорт испытания грунта методом компрессионного сжатия по определению напряжения предуплотнения σ'_c и коэффициента переуплотнения OCR 8
Приложение В (справочное) Пример заполнения паспорта испытания грунта методом компрессионного сжатия по определению напряжения предуплотнения σ'_c и коэффициента переуплотнения OCR 10
Приложение Г (рекомендуемое) Определение точки *B* к методу Казагранде 12

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУНТЫ

Метод лабораторного определения параметров переуплотнения

Soils. Laboratory method for determining the overconsolidation characteristics

Дата введения — 2019—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методику определения параметров переуплотнения грунтов в лабораторных условиях и распространяется на все разновидности дисперсных связных грунтов ненарушенного сложения.

Настоящий стандарт не распространяется на просадочные, набухающие, засоленные и мерзлые грунты.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 12071 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

ГОСТ 12248—2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

ГОСТ 12536 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 27751—2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 30416 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

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). Если после утверждения настоящего 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 термины по ГОСТ 25100, ГОСТ 30416, ГОСТ 27751, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1 **напряжение предварительного уплотнения (предуплотнения) σ'_c:** Условное максимальное эффективное напряжение на грунт за время его существования.

3.2 **вертикальное эффективное напряжение от собственного веса грунта σ'_o:** Вертикальное эффективное напряжение в скелете от собственного веса грунта на данной глубине.

3.3 **напряжение переуплотнения;** POP**:** Разница между эффективным напряжением предварительного уплотнения σ'_c и вертикальным эффективным напряжением от собственного веса грунта σ'_o.

3.4 **коэффициент переуплотнения;** OCR**:** Отношение эффективного напряжения предварительного уплотнения σ'_c к вертикальному эффективному напряжению от собственного веса грунта σ'_o.

3.5 **главная ветвь компрессионной кривой:** График компрессионной зависимости, соответствующий состоянию нормально уплотненного грунта, для которого напряжение предварительного уплотнения σ'_c равно вертикальному эффективному напряжению от собственного веса грунта σ'_o.

4 Общие положения

4.1 Общие требования к лабораторным испытаниям грунтов, оборудованию и приборам, лабораторным помещениям, способы изготовления образцов для испытаний приведены в ГОСТ 30416.

4.2 Способы отбора, транспортирования и хранения монолитов грунтов приведены в ГОСТ 12071.

4.3 Для испытуемых грунтов должны быть определены физические характеристики по ГОСТ 5180: влажность, плотность, плотность частиц, влажности на границах текучести и раскатывания; гранулометрический состав грунтов по ГОСТ 12536, а также вычислены плотность сухого грунта, коэффициент пористости, коэффициент водонасыщения, число пластичности и показатель текучести (для связных дисперсных грунтов).

4.4 Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью. Форма, размеры образцов и фракций (включений) должны соответствовать требованиям ГОСТ 12248 к компрессионным испытаниям.

4.5 Испытания проводят в условиях нагружения равномерно распределенной вертикальной нагрузкой без возможности бокового расширения образца. В процессе испытаний заносят записи в журнал (приложение А).

4.6 Результаты испытаний оформляют в виде паспорта, рекомендуемая форма которого и пример заполнения представлены в приложениях Б, В.

4.7 При автоматизации процесса испытаний и обработки данных с помощью компьютерных программ результаты выводят на компьютер и распечатывают в форме протокола испытания, предусмотренного соответствующей программой.

4.8 Состав сведений, указанных в паспорте (приложение Б), является обязательным независимо от формы его представления.

5 Определение параметров переуплотнения грунтов

5.1 Оборудование и приборы

5.1.1 Состав и конструкция компрессионного прибора для испытаний по определению параметров переуплотнения грунта должны соответствовать требованиям ГОСТ 12248. При этом конструкция компрессионного прибора должна обеспечивать создание максимальной вертикальной нагрузки на образец, гарантирующей возможность определения напряжения предварительного уплотнения σ'_c.

5.1.2 При проведении испытаний грунтов оснований зданий и сооружений с повышенным уровнем ответственности КС-3 конструкция компрессионного прибора должна обеспечивать возможность передачи максимального значения вертикального давления на образец не выше 8 МПа.

5.1.3 Компрессионный прибор тарируют на сжатие в соответствии с требованиями пункта 5.4.2.3 ГОСТ 12248—2010.

5.2 Подготовка к испытанию

5.2.1 Образец грунта изготовляют с учетом требований 4.4.

5.2.2 В соответствии с требованиями ГОСТ 12248 образец в рабочем кольце одометра взвешивают, покрывают с торцов влажными фильтрами и помещают в цилиндрическую обойму на перфорированный вкладыш, а сверху устанавливают перфорированный штамп.

5.2.3 В собранном виде одометр устанавливают в устройство вертикального нагружения, подключают приборы для измерения вертикальных деформаций образца и записывают начальные показания.

5.3 Проведение испытания

5.3.1 Испытания по определению параметров переуплотнения грунтов проводят в условиях компрессионного сжатия путем ступенчатого нагружения статической нагрузкой по аналогии с ГОСТ 12248 либо в режиме релаксации напряжений путем ступенчатого деформирования согласно технической документации.

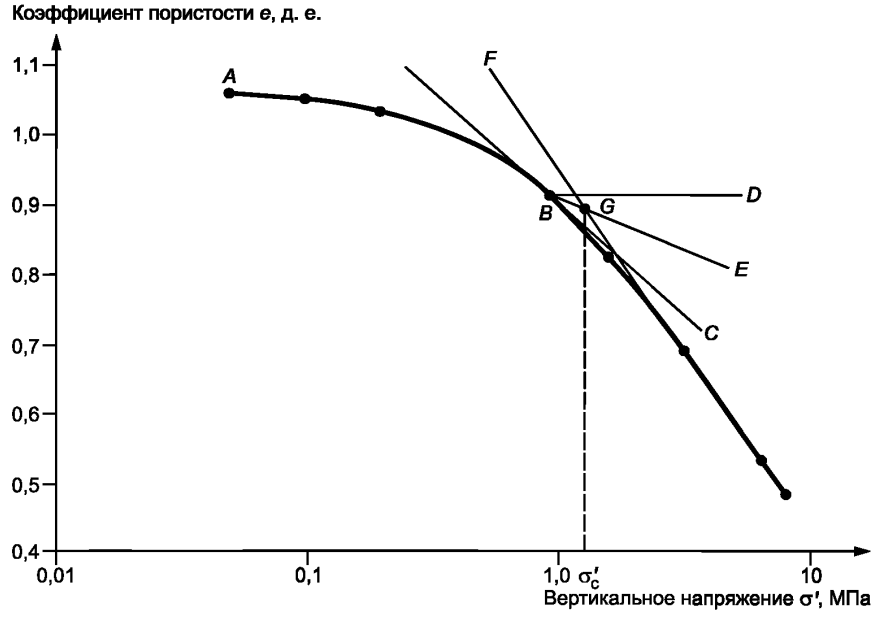
5.3.2 При проведении компрессионных испытаний по определению параметров переуплотнения грунтов ступенями статической нагрузки первую ступень нагрузки выбирают в соответствии с требованиями пункта 5.4.4.2 ГОСТ 12248—2010, а последующие ступени назначают путем удвоения предыдущей ступени нагружения.

5.3.3 При проведении испытаний в режиме релаксации напряжений размер ступеней деформирования и критерии стабилизации принимают в соответствии с требованиями технической документации.

5.3.4 При обработке методом Казагранде испытание считают завершенным при выходе графика зависимости коэффициента пористости от логарифма вертикального эффективного напряжения (кривая *A* на рисунке 1) на прямую, соответствующую главной компрессионной ветви (линия *F* на рисунке 1).

5.3.5 При обработке методом Беккера испытание считают завершенным при выходе графика зависимости суммарной работы деформации от логарифма вертикального напряжения (кривая *K* на рисунке 2) на прямую, соответствующую главной компрессионной ветви (линия *M* на рисунке 2).

5.3.6 Испытания для зданий и сооружений с повышенным уровнем ответственности КС-3 в любом случае следует проводить до значения вертикального эффективного напряжения не выше 8 МПа.



A — кривая зависимости коэффициента пористости от вертикального напряжения; *B* — точка перелома (максимальной кривизны) кривой; *C* — касательная линия к точке *B*; *D* — горизонтальная линия к точке *B*; *E* — биссектриса угла между линиями *C* и *D*; *F* — касательная линия к линейному участку кривой, соответствующей главной компрессионной ветви; *G* — точка пересечения линий *E* и *F*, соответствующая давлению предуплотнения

Рисунок 1 — Определение напряжения предуплотнения σ'_c по методу Казагранде

5.4 Обработка результатов

5.4.1 Для вычисления характеристик POP и OCR необходимо определить напряжение предуплотнения σ'_c. Для исключения возможных ошибок и для повышения надежности результатов обработку данных проводят параллельно по двум методам — Казагранде и Беккера.

5.4.2 По методу Казагранде на графике кривой *A* — зависимость коэффициента пористости или деформации от логарифма вертикального (эффективного) напряжения, определяют условную точку *B*, соответствующую наибольшей кривизне (перелому) графика (рисунок 1). При невыраженном положении точки *B* на кривой *A* или наличии двух участков перелома определение точки *B* проводят в соответствии с рекомендациями приложения Г.

Далее проводят следующие построения:

- к точке В кривой *A* проводят касательную линию С;
- из точки В кривой *A* проводят горизонтальную линию *D*;
- через угол, образованный двумя прямыми *C* и *D*, проводят биссектрису *E*;
- к прямолинейному участку кривой (главной ветви компрессионной кривой) расположенной за точкой перелома, проводят касательную *F*;
- по пересечению биссектрисы *E* с касательной *F* определяют точку *G*;
- проекция полученной точки на ось вертикального напряжения σ′ дает искомое значение напряжения предварительного уплотнения σ'_c.

5.4.3 По методу Беккера значение σ'_c находят по графику зависимости суммарной работы деформации *W* от вертикального напряжения σ′ (рисунок 2).

Процедура определения давления предварительного уплотнения по методу Беккера заключается в следующем.

Вначале вычисляют изменение работы на единицу объема (плотность энергии) для каждого приращения деформации с использованием выражения:

$$\Delta W = \frac{\sigma'_{i-1} + \sigma'_i}{2}\left(\varepsilon_{i-1} - \varepsilon_i\right), \quad (1)$$

где ΔW — изменение работы на единицу объема или изменение плотности энергии, кДж/м^3;

σ'_{i-1} — напряжение, предыдущей ступени нагружения, кПа;

σ'_i — напряжение текущей ступени нагружения, кПа;

ε_{i-1} — относительная деформация, достигнутая на предыдущей ступени нагружения, д. е;

ε_i — относительная деформация, достигнутая на текущей ступени нагружения, д. е.

По полученным данным строят график зависимости суммарной работы деформации на единицу объема *W* от вертикального напряжения σ'_i (рисунок 2).



K — кривая зависимости суммарной работы на единицу объема от напряжения; *L* — касательная линия к начальному линейному участку кривой *K*; *M* — касательная ко второму линейному участку кривой *K*; *N* — точка пересечения касательных линий *L* и *M*, соответствующая давлению предуплотнения

Рисунок 2 — Определение напряжения предуплотнения σ'_c по методу Беккера

Далее по методу Беккера проводят следующие построения:

- к начальному линейному участку кривой *K* проводят касательную линию *L*;
- ко второму линейному участку кривой *K* проводят касательную линию *M*;
- по пересечению линий *L* и *M* определяют точку *N*,

- проекция полученной точки *N* на ось напряжений σ′ дает искомое значение напряжения предуплотнения σ'_c.

Напряжение переуплотнения POP определяют как разницу между напряжением предуплотнения σ'_c и вертикальным эффективным напряжением от собственного веса грунта σ'_o и вычисляют по выражению

$$POP = \sigma'_c - \sigma'_o. \quad (2)$$

5.4.4 Величину вертикального эффективного напряжения от собственного веса грунта в рассматриваемой точке σ'_{oi} вычисляют по формуле

$$\sigma'_{oi} = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i h_i - u_i, \quad (3)$$

где n — номер слоя грунта, в котором расположена рассматриваемая точка;

γ_i и h_i — соответственно удельный вес, кН/м^3, и толщина i-го слоя грунта, м, над рассматриваемой точкой;

u_i — поровое давление в рассматриваемой точке, кН/м^2.

При отсутствии данных о значениях порового давления, например в слоях слабо фильтрующих глинистых грунтов, поровое давление следует определять методом линейной интерполяции между поровым давлением на кровле и на подошве слабо фильтрующего слоя.

5.4.5 Коэффициент переуплотнения OCR определяют из отношения вертикального эффективного напряжения предварительного уплотнения σ'_c к вертикальному эффективному напряжению от собственного веса грунта σ'_o и вычисляют по формуле

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o}. \quad (4)$$

5.4.6 Результаты испытаний, включая физические характеристики грунта по 4.3, заносят в журнал испытаний (приложение А) и оформляют в виде паспорта в соответствии с приложением Б. Пример заполнения паспорта приведен в приложении В.

5.4.7 В качестве расчетных значений в запас надежности следует принимать наименьшие из значений σ'_c, POP и OCR, полученные методами Казагранде и Беккера.

Приложение А
(рекомендуемое)

Формы журналов испытаний по определению параметров переуплотнения грунта и регистрации данных

В настоящем приложении приведены формы журналов испытаний А.1, А.2.

А.1 Журнал испытаний по определению параметров переуплотнения грунта

Исходные данные

Организация (лаборатория) _____
Объект (пункт) _____
Сооружение _____
Шурф (скважина) № _____
Глубина отбора образца, м _____
Уровень грунтовых вод, м _____
Бытовое эффективное напряжение, МПа _____
Лабораторный номер образца _____
Наименование грунта _____
Сложение грунта _____
Визуальное описание грунта в лаборатории _____
Вид испытания _____
Прибор (тип, номер) _____
Режим нагружения _____
Дата испытаний: начало_____ окончание _____

Данные об образце

Высота, мм _____
Диаметр, мм _____
Площадь, $см^2$ _____
Объем, $см^3$ _____
Масса образца, г _____

Физические характеристики грунта

Характеристика	Значение		Примечание
	до опыта	после опыта	

А.2 Журнал регистрации данных

Номер образца _____

Дата испытания	Номер ступени нагружения	Время снятия отсчета t_i, мин	Давление на образец грунта p_i, МПа	Абсолютная деформация образца Δh_i, мм	Поправка на деформацию прибора Δ, мм	Абсолютная деформация с учетом поправки $\Delta h_i - \Delta$, мм	Относительная деформация образца ε, д. е	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Приложение Б
(рекомендуемое)

Паспорт испытания грунта методом компрессионного сжатия по определению напряжения предуплотнения σ'_c и коэффициента переуплотнения OCR

Скважина № ИГЭ №

Образец № Расчетное бытовое давление σ'_o

Глубина отбора, м:

Наименование грунта:

Структура грунта:

Физические свойства грунта

Плотность г/см^3			Влажность при отборе $W_п$, д. е.	Влажность в монолите W_0, д. е.	Коэффициент пористости e_0	Коэффициент водонасыщения S_r	Пластичность, д. е.			Показатель консистенции I_L
естественного сложения ρ	скелета ρ_d	частиц, ρ_s					на границе текучести w_L	на границе раската w_p	Число пластичности, I_p	
1,78	1,31	2,71		0,358	1,068	0,91	0,407	0,206	0,15	0,67

Метод Казагранде



σ′, МПа	ε, д. е.	e

Метод Беккера



σ′, МПа	ΔW	W, Дж/м^3

Проверил:
Составил:

Результаты испытаний:	σ′, МПа	POP	OCR
- Казагранде			
- Беккера			

Приложение В
(справочное)

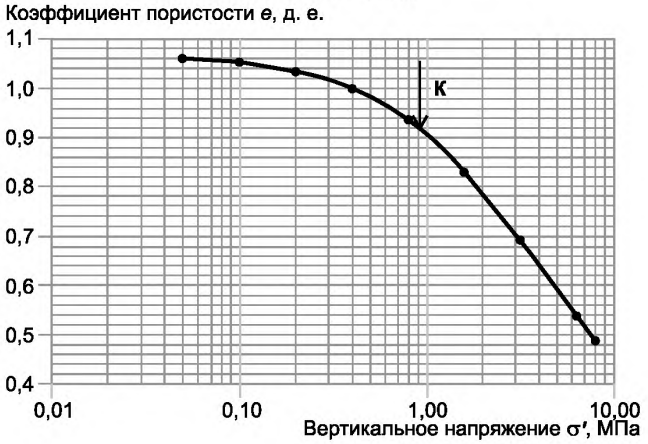
Пример заполнения паспорта испытания грунта методом компрессионного сжатия по определению напряжения предуплотнения σ'_c и коэффициента переуплотнения OCR

Скважина №	12	ИГЭ №	3г
Образец №	252	Расчетное бытовое давление σ'_o	0,33 МПа
Глубина отбора, м:	44,2		
Наименование грунта:	суглинок тугопл.		
Структура грунта:	ненарушенная		

Физические свойства грунта

Плотность, г/см^3			Влажность при отборе W_n, д. е.	Влажность в монолите W_0, д. е.	Коэффициент пористости e_0	Коэффициент водонасыщения S_r	Пластичность, д. е.			Показатель консистенции I_L
естественного сложения ρ	скелета ρ_d	частиц ρ_s					на границе текучести w_L	на границе раската w_p	Число пластичности I_p	
1,78	1,31	2,71		0,358	1,068	0,91	0,407	0,206	0,15	0,67

Метод Казагранде



σ′, МПа	ε, д. е.	e
0,05	0,0033	1,0612
0,10	0,0074	1,0528
0,20	0,0166	1,0336
0,40	0,0337	0,9984
0,80	0,0629	0,9380
1,60	0,1157	0,8288
3,20	0,1814	0,6929
6,40	0,2567	0,5372
8,00	0,2810	0,4868

Метод Беккера



σ′, МПа	ΔW	W, Дж/м^3
0,05	0,0021	0,00021
0,10	0,0006	0,00080
0,20	0,0032	0,00400
0,40	0,0100	0,11400
0,80	0,0379	0,05100
1,60	0,1280	0,17900
3,20	0,3130	0,49200
6,40	0,6680	0,16000
8,00	0,3629	0,50000

Проверил: Алексеев В.А.
Составил: Сидоров А.В.

Результаты испытаний:	σ′, МПа	POP	OCR
- Казагранде	0,92	0,59	2,79
- Беккера	0,98	0,65	2,97

Приложение Г
(рекомендуемое)

Определение точки *B* к методу Казагранде

В настоящем приложении описано определение точки *B* к методу Казагранде.

Для получения точки В к линейным участкам графика кривой проводят касательные, из точки их пересечений проводят биссектрису до пересечения с кривой. Пересечению биссектрисы с кривой графика и соответствует точка перелома (максимальной кривизны) *B*.

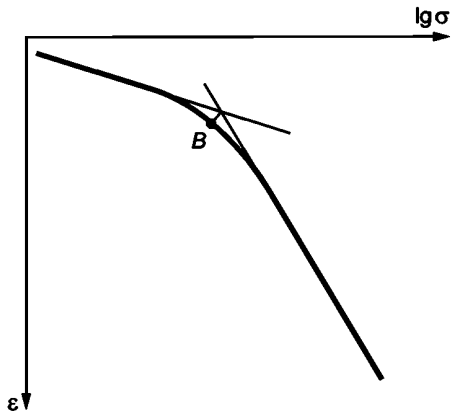


Рисунок Г.1 — Определение точки *B* при невыраженной точке перелома (максимальной кривизны) графика

При наличии двух точек перелома точку *B* следует выбирать по второй точке, расположенной ниже на кривой зависимости.

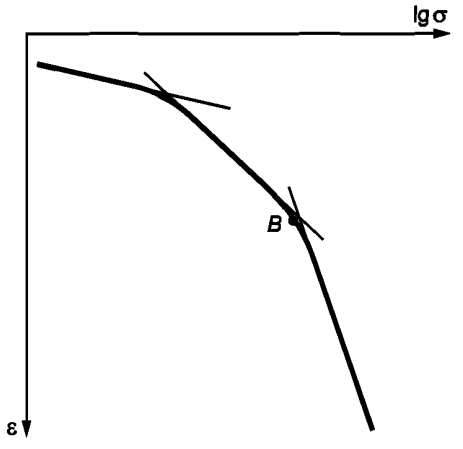


Рисунок Г.2 — Определение точки *B* при двух точках перелома графика

УДК 624.131:006.354 ОКС 93.020

Ключевые слова: грунты, метод лабораторного определения, параметры, переуплотнение, оборудование и приборы, метод Казагранде, метод Беккера, обработка результатов

БЗ 9—2018/45

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 19.12.2018. Подписано в печать 10.01.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 1,86.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 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