ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71043— 2023

ГРУНТЫ

Метод лабораторного определения температуры начала замерзания и температуры конца оттаивания

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») — Научно-исследовательским проектно-изыскательским и конструкторско-технологическим институтом оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 октября 2023 г. № 1268-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 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 в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 Оборудование и приборы 2
6 Метод определения температуры начала замерзания грунта 2
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола испытаний по определению температуры начала замерзания и конца оттаивания грунта 5
Приложение Б (рекомендуемое) Проведение юстировки температурных датчиков 6
Приложение В (рекомендуемое) Принципиальная схема установки для определения температуры начала замерзания и конца оттаивания грунта 7
Приложение Г (рекомендуемое) Обработка результатов. 8

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУНТЫ

Метод лабораторного определения температуры начала замерзания и температуры конца оттаивания

Soils. Method for determination of ground freezing point and thawing point

Дата введения — 2023—11—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает лабораторный метод определения температуры начала замерзания и температуры конца оттаивания песков разной крупности, глинистых грунтов и дисперсного заполнителя крупнообломочных грунтов, грунтов с наличием крупнообломочных включений, в том числе засоленных и с содержанием органического вещества, а также торфов.

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

ГОСТ 23740 Грунты. Методы определения содержания органических веществ

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 30416 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р 59540 Грунты. Методы лабораторного определения степени засоленности

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, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **температура начала замерзания грунта; T_{bf}:** Температура, при которой начинается кристаллизация воды в порах грунта.

Издание официальное

3.2 **температура конца оттаивания грунта; $T_{bf,m}$:** Температура окончания фазового перехода, при которой происходит переход грунта из мерзлого в полностью оттаявшее состояние.

4 Общие положения

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

4.2 Способы отбора монолитов грунта и подготовки образцов для испытаний должны обеспечить сохранение их структуры, влажности и плотности в соответствии с ГОСТ 12071 и ГОСТ 30416. Допускается отбор грунтов нарушенного сложения с сохранением их общей влажности.

4.3 Для испытуемых грунтов определяются следующие физические характеристики: суммарную влажность, плотность частиц, влажность на границе текучести и раскатывания по ГОСТ 5180, гранулометрический состав грунтов по ГОСТ 12536, степень засоленности грунтов по ГОСТ Р 59540; относительное содержание органического вещества по ГОСТ 23740; рассчитывают: число пластичности и показатель текучести в соответствии с ГОСТ 25100.

4.4 Протокол испытания (составляют в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025) включает в себя следующую информацию:

- идентификацию образца (например, номер испытания, номер выработки, номер пробы, глубину отбора, номер инженерно-геологического элемента при наличии и т. п.);
- температуру испытания;
- массу и объем образца грунта;
- физические характеристики грунта;
- числовое значение полученных результатов.

В протоколе испытания при необходимости отмечают характерные особенности (текстура, слоистость, наличие включений и т. п.).

Рекомендуемая форма протокола испытаний приведена в приложении А.

5 Оборудование и приборы

5.1 В состав установки для определения температуры начала замерзания должны входить:

- морозильная камера с возможностью поддержания отрицательной температуры в диапазоне не менее от минус 10 °С до минус 2 °С.
- емкость для грунта из теплопроводного материала, размер которой обеспечивает соблюдение требований 6.2.4;
- датчик температуры или термометр с погрешностью измерения не более ± 0,1 °С в диапазоне от минус 20 °С до плюс 10 °С.
- регистрирующее оборудование с возможностью автоматической записи показаний во времени.

5.2 Конструкция установки для определения температуры начала замерзания должна обеспечивать:

- соответствие датчиков температуры или термометров условиям юстировки (приложение Б);
- полное погружение датчика в грунт при наличии у датчиков металлических частей;
- опрос датчиков температуры не чаще одного раза в 10 с и не реже одного раза в минуту;
- непрерывную запись показаний с указанной частотой.

Принципиальная схема устройства для определения температуры начала замерзания грунта представлена в приложении В.

6 Метод определения температуры начала замерзания грунта

6.1 Сущность метода

6.1.1 Испытание грунта проводят криоскопическим методом, основанном на явлении выделения скрытой теплоты замерзания/плавления воды/льда при промерзании и оттаивании грунта.

6.1.2 Испытание проводят для построения термограммы замерзания/оттаивания и выделения характерных точек температурной кривой, соответствующих значениям температуры начала замерзания T_{bf} и температуры конца оттаивания грунта $T_{bf,m}$.

6.1.3 При испытании образцов грунтов с крупнообломочными включениями размер включений должен быть не более 1/6 диаметра образца, а общее количество включений должно быть не более 30 %.

6.1.4 Характеристики T_{bf} и $T_{bf,m}$ определяют на образцах природного сложения, обеспечивая плотный контакт температурного датчика с грунтом.

6.1.5 При необходимости допускается проводить испытания на образцах нарушенного сложения природной влажности или с заданным значением влажности при замерзании грунта и последующем его оттаивании.

6.1.6 Испытания по определению температуры начала замерзания проводят до достижения образцом температуры, заданной в морозильной камере.

6.1.7 Испытания по определению конца оттаивания проводят до достижения образцом температуры 10 °С.

6.2 Подготовка к испытанию

6.2.1 При испытании используют образцы грунта природного сложения (монолиты) или образцы нарушенного сложения с природными или заданными значениями влажности.

6.2.2 При испытании мерзлых грунтов природного сложения просверливают отверстие в грунте, равное диаметру температурного датчика. Для обеспечения плотного теплового контакта между датчиком и грунтом используют теплопроводную пасту. Наличие воздушных зазоров не допускается.

6.2.3 При испытании грунта нарушенного сложения с природными или заданными значениями влажности готовят грунтовые пасты. В грунт помещают строго вертикально датчик температуры таким образом, чтобы обеспечить плотный контакт грунта с датчиком. Наличие воздушных зазоров не допускается. Контакт датчика со стенками и дном емкости не допускается.

6.2.4 Образцы должны быть в форме цилиндра диаметром не менее 50 мм и не менее 20 диаметров датчика температуры, высотой не менее 50 мм, которая должна составлять от 1,5 до 2,5 длин рабочей части датчика температуры.

6.2.5 Начальная температура грунта должна быть выше 10 °С.

6.3 Проведение испытания

6.3.1 Емкость с грунтом с размещенным в ней датчиком помещают в морозильную камеру.

6.3.2 После помещения образца грунта в морозильную камеру проводят следующие операции:

- проверяют полноту погружения температурного датчика (при наличии у датчиков металлических частей обязательно их полное погружение в грунт, нахождение части датчика в воздухе не допускается);
- включают запись показаний датчика температуры или записывают показания термометра.

6.3.3 После проведения подготовительных операций в морозильной камере устанавливают температуру ниже предполагаемой температуры начала замерзания на (6 ± 1) °С.

6.3.4 Оптимальная температура испытания для незасоленных грунтов — температура минус (6 ± 1) °С, для засоленных грунтов температуру испытания следует принимать в соответствии с таблицей 6.1 в зависимости от концентрации порового раствора, которую вычисляют по формуле

$$C_{ps} = D_{sal} / (W_{tot} + D_{sal}), \quad (6.1)$$

где D_{sal} — степень засоленности грунта, %;

W_{tot} — суммарная влажность грунта, %.

Таблица 6.1 — Рекомендуемые температуры испытаний для засоленных грунтов

Концентрация порового раствора C_{ps}, дол.ед.	Менее 0,01	От 0,01 до 0,03	От 0,03 до 0,05	От 0,05 до 0,07	Более 0,07
Рекомендуемая температура испытания T, °С	−7 ± 1	−8 ± 1	−9 ± 1	−10 ± 1	Ниже −11

6.3.5 Испытание по определению температуры начала замерзания считается завершенным, когда температура в образце грунта достигнет температуры морозильной камеры.

6.3.6 После завершения цикла замерзания проводят определение температуры конца оттаивания грунта. Начало цикла оттаивания может быть отложено до 72 ч после завершения цикла замерзания.

Оттаивание грунта проводят при температуре воздуха выше 10 °С с регистрацией изменений температуры грунта. Испытание считают завершенным при достижении грунтом температуры 10 °С.

6.4 Обработка результатов

6.4.1 Для определения температуры начала замерзания по результатам испытания образца грунта строят термограмму замерзания — график изменения температуры в образце во времени при замерзании (см. приложение Г).

6.4.2 За температуру начала замерзания грунта принимают один из нижеперечисленных случаев:

- наивысшую устойчивую температуру, следующую за переохлаждением грунта (рисунок Г.1а),
- наивысшую устойчивую температуру, зафиксированную в начале участка фазового перехода, в том случае, если переохлаждение грунта на термограмме не выражено (рисунок Г.1б);
- точку пересечения двух прямолинейных участков, соответствующих началу фазового перехода и окончанию первого участка охлаждения, если участок фазового перехода имеет выраженный наклон на термограмме (рисунок Г.1в).

6.4.3 Для определения температуры конца оттаивания грунта строят термограмму оттаивания (график изменения температуры в образце во времени при оттаивании).

6.4.4 На термограмме оттаивания находят два прямолинейных участка, соответствующих концу фазового перехода и началу нагрева оттаявшего грунта. Каждый из участков продлевают прямой линией. За температуру конца оттаивания принимают точку пересечения продленных прямолинейных участков (рисунок Г.2). Если при обработке температура конца оттаивания находится в диапазоне от 0 °С до 0,1 °С, то за температуру оттаивания принимают 0 °С. Если при обработке температура оттаивания выше 0,1 °С, то необходимо повторить испытание.

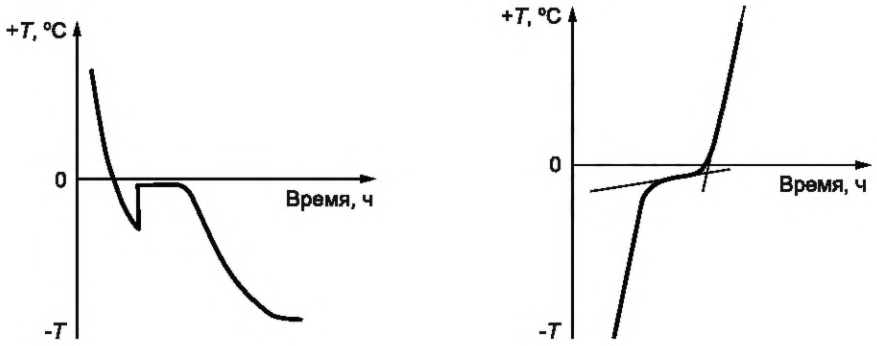
6.4.5 В случаях, когда при определении температуры начала замерзания грунта невозможно выделить участок с устойчивым значением температуры, а также в случаях, когда температура начала замерзания отличается от температуры конца оттаивания больше, чем на 0,5 °С, за температуру начала замерзания грунта T_{bf} принимают температуру конца оттаивания $T_{bf,m}$.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола испытаний по определению температуры начала замерзания и конца оттаивания грунта

Объект (пункт)_____
Сооружение_____
Скважина (шурф) №_____ Глубина отбора образца, м_____
Лабораторный номер образца _____
Наименование грунта (ИГЭ)_____
Влажность грунта, дол.ед. _____
Степень засоленности, %_____
Относительное содержание органических веществ, %_____
Высота образца, мм_____ Диаметр образца, мм_____
Температура испытаний _____, °С
Дата начала испытаний _____
Устройство, тип, № _____

Протокол №_____ определения температуры начала замерзания
и конца оттаивания грунта по ГОСТ Р XXXXX—XXXX



Температура начала замерзания грунта, °С	
Температура конца оттаивания грунта, °С	

Дата: _____

Составил: _____
Проверил: _____

Приложение Б
(рекомендуемое)

Проведение юстировки температурных датчиков

Б.1 Юстировку температурных датчиков проводят для уточнения работоспособности оборудования, правильности и надежности его действия не реже одного раза в 6 мес.

Б.2 Юстировку проводят как испытание по определению температуры начала замерзания и температуры конца оттаивания песка (средней крупности или крупного) с влажностью, близкой к влажности полного водонасыщения.

Б.3 Образец для юстировки готовится из незасоленного сухого песка без органики. Емкость для испытаний наполняют песком, после чего добавляют дистиллированную воду. Песок с водой должны полностью заполнить емкость, слой воды над песком не должен превышать 1 мм.

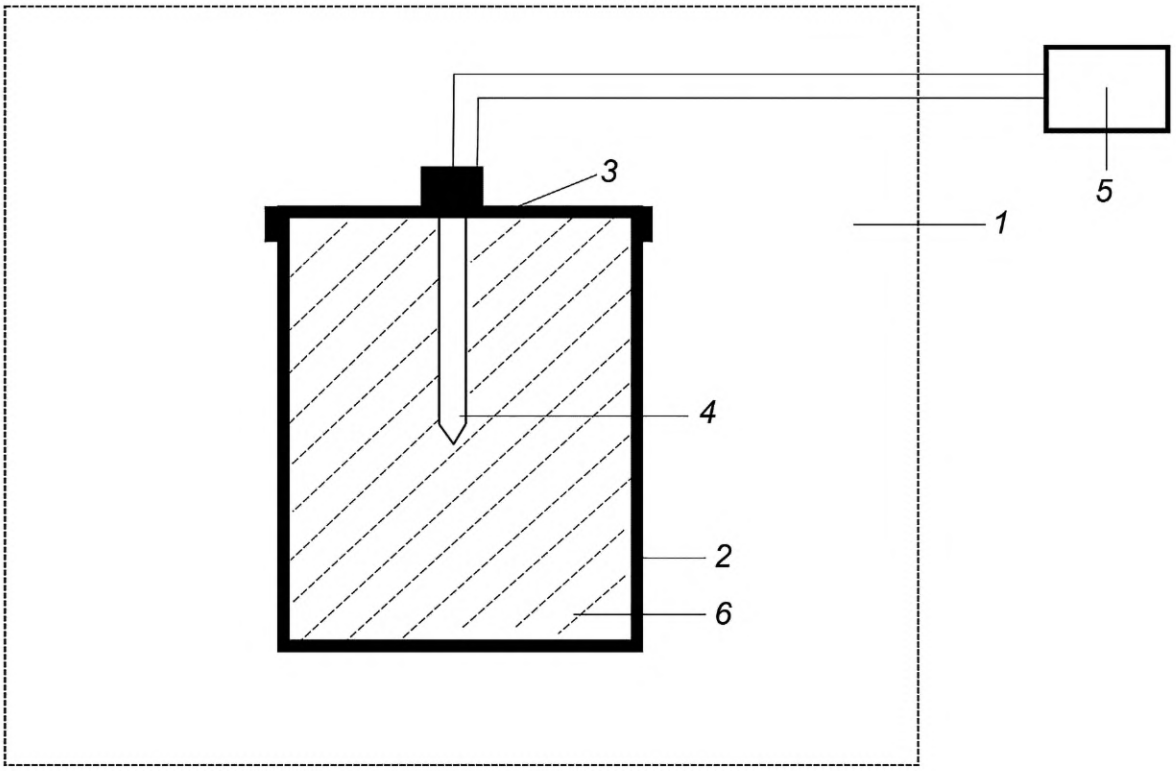
Б.4 После подготовки проводят замораживание образца песка, насыщенного дистиллированной водой, при температуре минус (6 ± 1) °С, затем проводят оттаивание образца песка при температуре выше 10 °С. Обработку результатов испытаний проводят в соответствии с 6.4.1—6.4.4.

Б.5 Пригодными для проведения испытаний по определению температуры начала замерзания и конца оттаивания грунта следует считать температурные датчики, для которых по результатам юстировки получены следующие результаты:

- температура начала замерзания и температура конца оттаивания отличаются между собой не более, чем на 0,2 °С;
- температура начала замерзания и температура конца оттаивания отличаются от 0 °С не более, чем на 0,1 °С.

Приложение В
(рекомендуемое)

Принципиальная схема установки для определения температуры начала замерзания и конца оттаивания грунта

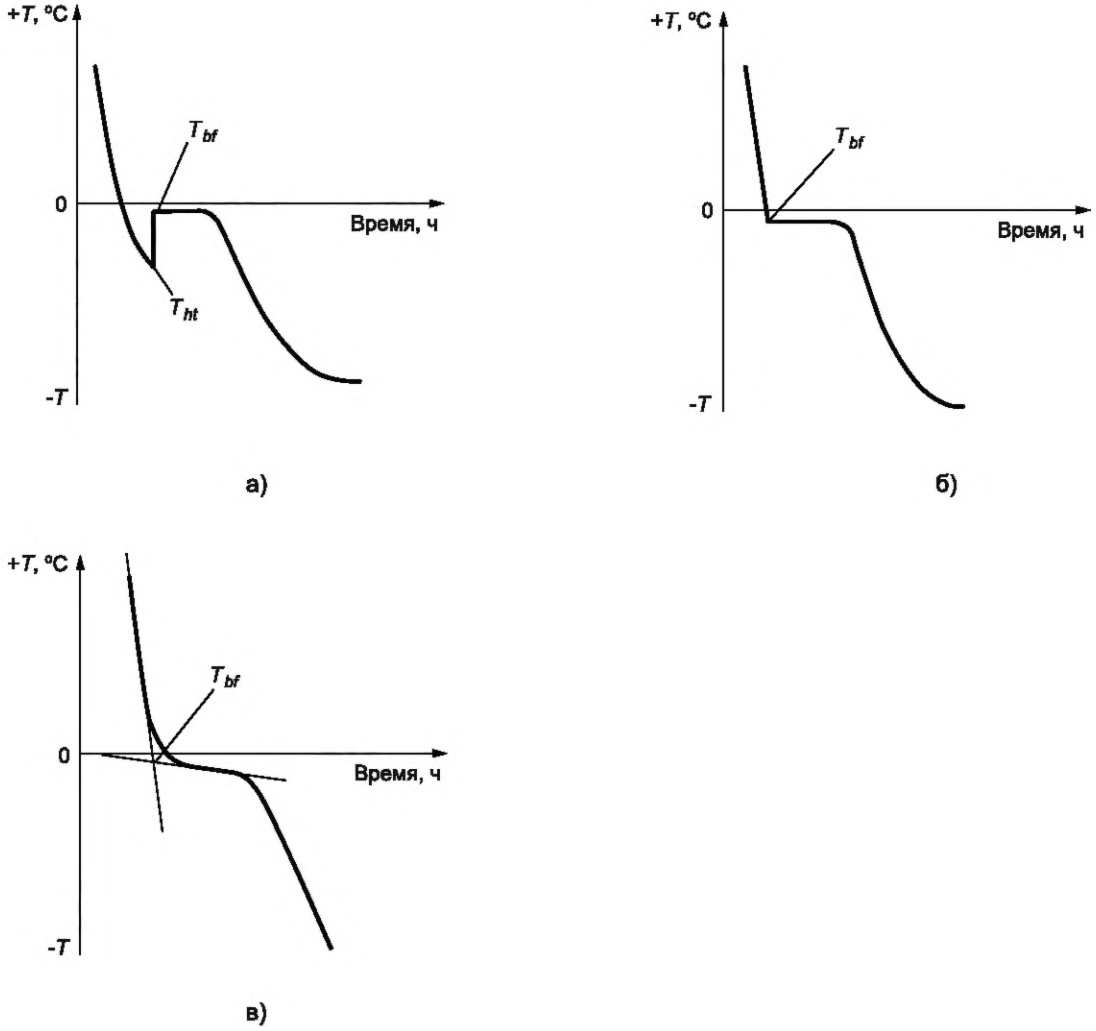


1 — морозильная камера; *2* — емкость для грунта с крышкой и креплением для датчика; *3, 4* — температурный датчик; *5* — регистрирующее устройство; *6* — грунт

Рисунок В.1 — Схема установки для определения температуры начала замерзания и температуры конца оттаивания грунта

Приложение Г
(рекомендуемое)

Обработка результатов



T_{ht} — температура переохлаждения грунта

Рисунок Г.1 — Графический метод обработки результатов испытаний по определению температуры начала замерзания T_{bf} [а), б), в)]

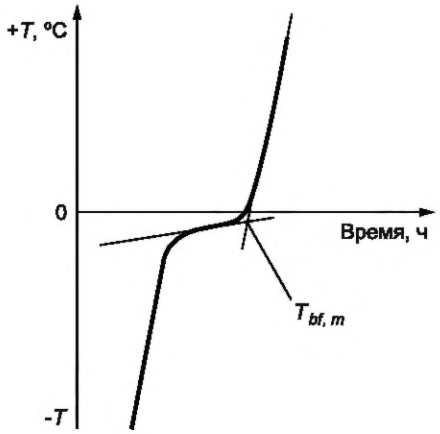


Рисунок Г.2 — Графический метод обработки результатов испытаний по определению температуры конца оттаивания $T_{bf,m}$

УДК 624.131.4.001.4:006.354 ОКС 93.020

Ключевые слова: метод лабораторного определения, температура начала замерзания, температура конца оттаивания, грунт, устройство

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 31.10.2023. Подписано в печать 10.11.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч-изд. л. 1,49.

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