

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
20276.5—
202__

(Проект, RU,
1-я редакция)

ГРУНТЫ

Метод вращательного среза

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия

Москва
Российский институт стандартизации
202__

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Геотек»» (ООО «НПП Геотек»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 506 «Инженерные изыскания и геотехника»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от _____ 20__ г. № ____)

За принятие проголосовали:

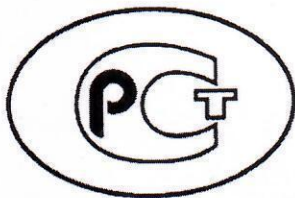
Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркмения	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»

4 ВЗАМЕН ГОСТ 20276.5—2020

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025



В Российской Федерации 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
2	Нормативные ссылки
3	Термины и определения
4	Общие положения
5	Проведение испытания
	Приложение А (справочное) Схема испытаний методом вращательного среза
	Приложение Б (рекомендуемое) Конструкция крыльчатки
	Приложение В (рекомендуемое) Журнал испытаний грунта методом вращательного среза
	Приложение Г (рекомендуемое) Основные параметры установки для испытания грунта вращательным срезом
	Приложение Д (справочное) Графическое представление сопротивления недренированному сдвигу
	Приложение Е (справочное) Графическое представление крутящего момента

Введение

В настоящем стандарте приведены требования, предъявляемые к выполнению полевых испытаний грунтов методом вращательного среза.

Пересмотр ГОСТ 20276.5-2020 осуществлен авторским коллективом общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие "Геотек"» (ООО «НПП Геотек») (руководитель разработки — д.т.н. Г.Г. Болдырев; ответственный исполнитель — к.т.н. А.А. Живаев).

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
ГРУНТЫ

Метод вращательного среза
Soils. Method of rotational cut

Дата введения — 202X—XX—XX

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к испытаниям методом вращательного среза глинистых, органо-минеральных и органических грунтов с показателем текучести $I_L > 0.5$, в том числе с крупнообломочными включениями размерами 2—10 мм в количестве не более 15 % по массе, при их исследовании для строительства.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

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

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 30672 Грунты. Полевые испытания. Общие положения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в сети Интернет на официальном сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (www.easc.by) или в указателях национальных стандартов, издаваемых в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 25100, ГОСТ 30672, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 крыльчатка: Устройство с четырьмя тонкими плоскими металлическими пластинами, закрепленные под углом 90 градусов друг к другу, которое вдавливается в грунт, а затем вращается вокруг вертикальной оси.

3.2 показатель чувствительности грунта S_f : Показатель, характеризующий степень разрушения межчастичных контактов связного грунта.

3.3 измерительная система: Блок электроники для усиления сигналов с датчиков, преобразования их в цифровой вид и передаче по проводной или беспроводной связи в компьютер, находящийся на поверхности грунта.

3.4 измеряемые параметры: Крутящий момент, скорость вращения, угол вращения.

3.5 недренированный модуль сдвига G , МПа: Параметр, характеризующий способность грунта сопротивляться деформации сдвига при быстром нагружении.

3.6 недренированная прочность на сдвиг c_u кПа: Прочность на сдвиг водонасыщенного связного грунта при быстром нагружении практически без рассеивания порового давления.

3.7 остаточная недренированная прочность $c_{u,rest}$, кПа: Прочность на сдвиг при быстром нагружении практически без дренажа и рассеивания порового давления после разрушения связного водонасыщенного грунта и повторного нагружения.

4 Общие положения

4.1 Испытания методом вращательного среза проводятся путем вдавливания в грунт четырехлопастной крыльчатки с последующим ее кручением вплоть до остаточного сопротивления грунта сдвигу вдоль цилиндрической поверхности. Мобилизованное сопротивление грунта на боковой поверхности сдвига принимается равномерно-распределенным (см. рисунок А.1 приложения А).

4.2 Испытания грунта вращательным срезом проводят для определения:

- недренированной прочности грунтов и показателя чувствительности;
- недренированного секущего модуля сдвига.

4.3 Общие требования к полевым испытаниям грунтов, оборудованию и приборам, подготовке площадок и выработок для испытаний приведены в ГОСТ 30672.

4.4 Испытания грунтов методом вращательного среза осуществляются с помощью рабочего наконечника — крыльчатки, состоящей из четырех пластин, расположенных под углом 90° друг к другу (см. рисунок Б.1 приложения Б).

Испытания вращательным срезом выполняются путем вдавливания в грунт крыльчатки, последующего приложения касательной нагрузки (τ) по цилиндрической поверхности, образуемой вращением крыльчатки и измерением следующих параметров:

- крутящий момент, Нм;
- скорость вращения, град/с;
- угол поворота, град.

4.5 Испытания методом вращательного среза проводят в массиве грунта в условиях природного залегания путем погружения крыльчатки на отметку испытания с поверхности земли или со дна горных выработок (расчисток, котлованов, шурфов, штреков, забоев буровых скважин и т. д.) (см. рисунок А.2 приложения А) с последующим вращением.

4.6 При проходке опытной скважины запрещается применение ударно-канатного, вибрационного и шнекового бурения, начиная с отметки на 1 м выше участка, на котором будет проводиться испытание.

4.7 При бурении скважин для испытания грунта ниже уровня подземных вод не допускается понижение уровня подземных вод в скважине.

4.8 Промежуток времени между окончанием бурения опытной скважины и началом испытания грунта выше уровня подземных вод не должен превышать 2 ч., ниже уровня подземных вод — 0,5 ч.

4.9 Проходку горных выработок в мерзлых грунтах проводят до требуемой по условиям испытаний глубины максимального сезонного оттаивания, а в условиях несливающейся многолетнемерзлой толщи — до верхней границы этой толщи.

4.10 Метод испытаний рекомендуется использовать в сочетании с вращательным бурением полым шнеком используя шнек в качестве обсадной трубы.

4.11 Условия применения метода приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Условия применения метода вращательного среза

Грунты	Гидрогеологические условия	Условия применения метода				
		Место проведения испытания	Глубина испытания, м	Минимальный диаметр скважины, мм	Минимальный диаметр обсадных труб, мм	Минимальная площадь среза грунта, см ²
Суглинки с $I_L > 0,50$; органо-минеральные и органические грунты	Выше и ниже уровня подземных вод	В массиве ниже забоя буровой скважины	0,5—20	89—146	89—146	200—600
Суглинки с $I_L > 1$; органо-минеральные и органические грунты	Выше и ниже уровня подземных вод	В массиве с поверхностью	0,3—20			200—600

4.12 Минимальная толщина однородного слоя испытуемого грунта должна быть не менее 1,5 высоты крыльчатки.

4.13 На отметке испытания грунта в скважинах и других выработках должны быть отобраны образцы и в лабораторных условиях определены следующие физические характеристики: гранулометрический состав по ГОСТ 12536; влажность и плотность грунта, плотность частиц грунта, плотность сухого грунта, влажность на границах раскатывания и текучести, число пластичности и показатель текучести, коэффициент пористости, коэффициент водонасыщения по ГОСТ 5180.

4.14 В процессе полевых испытаний методом вращательного среза ведут журналы по форме, приведенной в приложении В.

Данные испытаний сохраняются в журналах измерений и предоставляются в открытых для чтения форматах, таких как CSV, XML или аналогичных, позволяющих беспрепятственно считывать и обрабатывать информацию различными программными средствами.

5 Проведение испытания

5.1 Оборудование и приборы

5.1.1 В состав установки для испытания грунта методом вращательного среза должны входить:

- устройство для создания и измерения крутящего момента;
- устройство для вдавливания крыльчатки в грунт.
- крыльчатка;
- штанги;

- система измерительная.

5.1.2 Конструкция установки должна обеспечивать:

- вдавливание крыльчатки в грунт ниже забоя опытной скважины или массив и фиксацию ее на заданной глубине;
- передачу крутящего момента на крыльчатку;
- градуировку датчиков крутящего момента, угла поворота крыльчатки, угла отклонения штанг от вертикали;
- фиксирование штанг на заданной глубине, исключающее самопроизвольные вертикальное и горизонтальное перемещение штанг и крыльчатки.

5.1.3 Измерительная система должна включать:

- регистратор данных, используемый для мониторинга, записи и анализа процессов и поведения устройства вращательного среза;
- подсистему сбора данных, включающая преобразователи сигналов с датчиков;
- датчики, установленные в устройстве для создания крутящего момента и в устройстве для вдавливания крыльчатки в грунт;
- программу контроля процесса испытаний, обработки данных испытаний и калибровке измерительных каналов.

Основная погрешность датчиков измерительной системы должна быть не более от диапазона измерений:

1 % – при измерении крутящего момента и усилия вдавливания;

0,25 % – при измерении угла поворота;

Поверку измерительной системы необходимо проводить до начала полевых испытаний, но не реже одного раза в 3 месяца, а также после выявления и устранения неисправностей измерительной системы или замены ее деталей. Запись данных калибровки каждого канала измерительной системы должна быть сохранена и использована в течение испытаний. В том случае, если устройство вращательного среза повреждено или показания измерительных каналов были более номинала фирмы изготовителя, то следует провести новую калибровку.

5.1.4 Установки должны иметь технический паспорт, инструкцию по эксплуатации и градуировочную таблицу предприятия — изготовителя измерительного устройства.

5.1.5 Периодически необходимо проверять прямолинейность штанг путем их сборки в звенья длиной 3 м на ровной поверхности. Отклонение звеньев штанг от прямой линии не должно превышать 3 мм в любой плоскости по всей длине проверяемого звена. Сопряжения звеньев штанг также должны обеспечивать прямолинейность.

5.1.6 В зависимости от вида и состояния грунта используют следующие типы крыльчатки (см. приложение Г):

- тип I — при испытаниях глинистых грунтов с $0,5 < I_L < 0,75$ органо-минеральных грунтов, в том числе с крупнообломочными включениями размерами до 10 мм. в количестве менее 15 % по массе:

- тип II — при испытаниях глинистых грунтов с $0,75 < I_L < 1$ органо-минеральных, в том числе с крупнообломочными включениями размером до 10 мм в количестве менее 15 % по массе;

- тип III —при испытаниях глинистых грунтов при $I_L > 1$ органо-минеральных и органических грунтов (без крупнообломочных включений).

Примечание – Для хорошего разрешения крутящего момента следует применять крыльчатку с достаточно большим диаметром, чтобы обеспечить оптимальное разрешение крутящего момента. Применяемый диаметр напрямую связан с консистенцией глинистого грунта. В более мягких грунтах, требуются большие размеры крыльчатки для хорошего разрешения. В более жестких грунтах используются крыльчатки меньшего размера. Максимальный размер крыльчатки зависит от внутреннего диаметра буровой или обсадной скважины.

5.1.7 Схема крыльчатки приведена в приложении Б. Коэффициент площади крыльчатки A_v должен быть менее 12%. Нижний край лопастей крыльчатки следует заточить для облегчения погружения в грунт.

5.1.8 Штанги должны иметь резьбовое соединение.

5.2 Подготовка к испытанию

5.2.1 При испытании грунта в скважине проходку опытной скважины осуществляют с учетом указаний 4.6. Забой опытной скважины должен быть расположен на 0,4—0,5 м выше отметки испытания грунта.

Примечание – В качестве скважины может быть использована колонна полых шнеков

5.2.2 Собранную колонну штанг с крыльчаткой опускают в скважину и плавно вдавливают в грунт ниже забоя скважины на глубину 0,4 – 0,5 м, заглубляя крыльчатку до отметки испытания.

5.2.3 При испытании грунта в массиве крыльчатку вдавливают в грунт, постепенно наращивая колонну штанг.

5.2.4 После погружения верх колонны штанг соединяют с головкой устройства для создания и измерения крутящего момента и записывают начальные показания приборов.

Примечание – С целью устранения влияния штанг допускается размещать устройство для создания и измерения крутящего момента непосредственно над крыльчаткой.

5.2.5 Расстояние по горизонтали между точками исследования должно составлять не менее 2 м, если глубина испытаний крыльчаткой больше 5 м, и не менее 1 м, если глубина испытаний менее 5 м.

5.3 Проведение испытания

5.3.1 Вращают крыльчатку с угловой скоростью 0,1—0,3 град/с. По мере вращения записывают показания приборов для измерения крутящего момента и угла поворота крыльчатки до достижения максимального показания крутящего момента $M_{\max}$.

5.3.2 Далее продолжают вращение с угловой скоростью 1—3 град./с, измерение крутящего момента и угла поворота крыльчатки до условной стабилизации значений крутящего момента, достигаемой за два-три полных оборота крыльчатки, и записывают остаточное значение, соответствующее установившемуся значению крутящего момента M_{rest} .

5.3.3 При испытании грунта в скважинах допускается не учитывать силы трения штанг крыльчатки по грунту и принимать крутящий момент на преодоление сил трения равным нулю.

5.3.4 При испытании грунта в массиве величина крутящего момента M_0 на преодоление сил трения определяется предварительно без крыльчатки по показаниям устройства для создания и измерения крутящего момента.

Данные измерений заносят в журнал испытаний (приложение В).

5.4 Обработка результатов

5.4.1 Сопротивление грунта сдвигу определяют по формуле

$$\tau = \frac{M}{B}, \quad (1)$$

где B — постоянная крыльчатки, м^3 , принимаемая в зависимости от типа крыльчатки (см. приложение Б); M — текущий крутящий момент, кНм .

5.4.2 Сопротивление грунта недренированному сдвигу (недренированная прочность грунта) для прямоугольной крыльчатки при $h/d = 2$ определяют по формуле (приложение Д)

$$c_u = \frac{6M_{\max}}{7\pi d^3}, \quad (2)$$

где $M_{\max}$ — максимальный крутящий момент, кНм ; d — диаметр крыльчатки, м .

5.4.3 Остаточное значение недренированной прочности $c_{u,rest}$ определяют по формуле (2) при значении крутящего момента M_{rest} (приложения Е).

5.4.4 Показатель чувствительности определяется по формуле

$$S_t = \frac{c_u}{c_{u,rest}}, \quad (3)$$

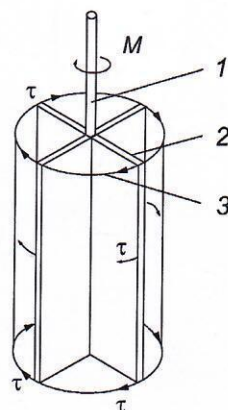
5.4.5 Недренированный секущий модуль сдвига определяют по формуле

$$G_u = \frac{M}{\varphi B}, \quad (4)$$

где M — текущий крутящий момент, Нм ; φ — угол поворота крыльчатки рад; B — постоянная крыльчатки.

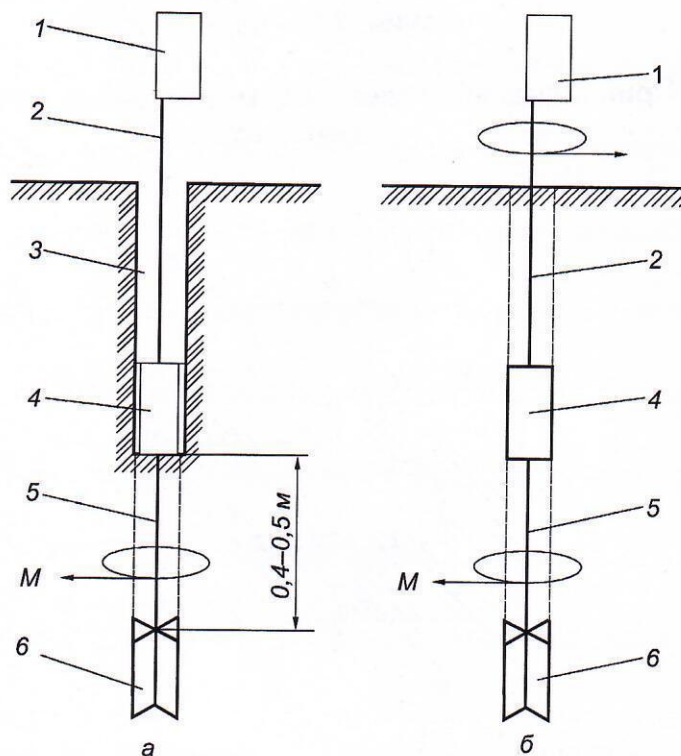
Приложение А (справочное)

Схема испытаний методом вращательного среза



1 – вал; 2 – лопасть; 3 – цилиндрическая поверхность среза

Рисунок А.1 — Схема поверхности сдвига

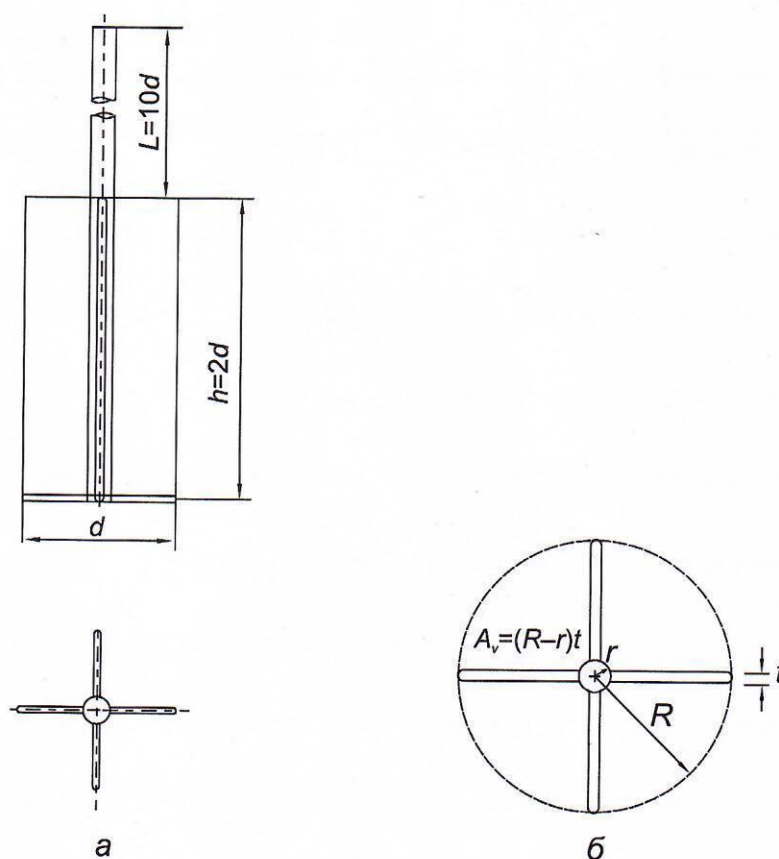


1 – устройство для вдавливания крыльчатки в грунт; 2 – штанга; 3 – скважина или полый шнек; 4 – устройство для создания и измерения крутящего момента; 5 – вал; 6 – крыльчатка

Рисунок А.2 — Схема испытания методом вращательного среза при расположении устройства для создания и измерения крутящего момента непосредственно над крыльчаткой: а - в скважине и б - в массиве грунта без выработки

Приложение Б (рекомендуемое)

Схема крыльчатки



а – прямоугольная крыльчатка; б – схема к определению коэффициента площади крыльчатки

Рисунок Б.1 – Схема крыльчатки

Примечание – Постоянная крыльчатки B равна статическому моменту цилиндрической поверхности среза относительно оси вращения и вычисляется по формуле

$$B = \frac{\pi d^2}{2} \left(h + \frac{d}{3} \right),$$

где d – диаметр крыльчатки, см; h – высота крыльчатки, см.

Приложение В
(рекомендуемое)

Журнал испытаний грунта методом вращательного среза

В.1 Общие данные

Организация _____
Наименование площадки _____
Географические координаты выработки: Широта _____ Долгота _____
Абсолютная отметка устья выработки, м _____
Номер испытания _____
Глубина испытания, м _____
Тип крыльчатки _____
Высота крыльчатки, мм _____
Диаметр крыльчатки, мм _____
Диаметр вала крыльчатки, мм _____
Дата испытания ____/____/____

В.2 Данные измерений для определения недренированной прочности

Отметка испытания на глубине, м	Максимальный крутящий момент, $M_{\max}$, кН·м	Остаточный крутящий момент, M_{rest} , кН·м	Количество оборотов крыльчатки	Скорость вращения, град./с

В.3 Данные измерений для определения недренированного модуля сдвига

Отметка испытания на глубине, м	Текущий крутящий момент, кН·м	Скорость вращения, град./с	Угол поворота, град.

Приложение Г (рекомендуемое)

Основные параметры установки для испытания грунта вращательным срезом

Таблица Г.1 — Состав установки и ее характеристики в зависимости от типа крыльчатки

Состав крыльчатки и ее характеристики	Тип крыльчатки		
	I	II	III
Крыльчатка размерами, мм:			
– высота	120	150	200
– ширина	60	75	100
– толщина лопасти	2	2,5	3
Постоянная крыльчатки B , см ³	791	1545	3663
Штанга, мм:			
– наружный диаметр	22–33,5		
– длина	500–3000		

Приложение Д
(справочное)

Графическое представление сопротивления недренированному сдвигу

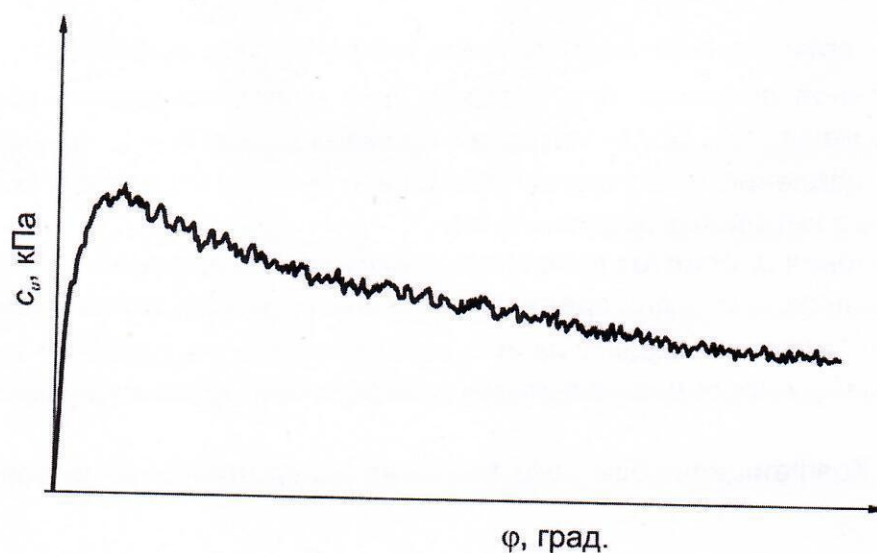


Рисунок Д.1 – Зависимость недренированной прочности c_u от угла поворота крыльчатки ϕ

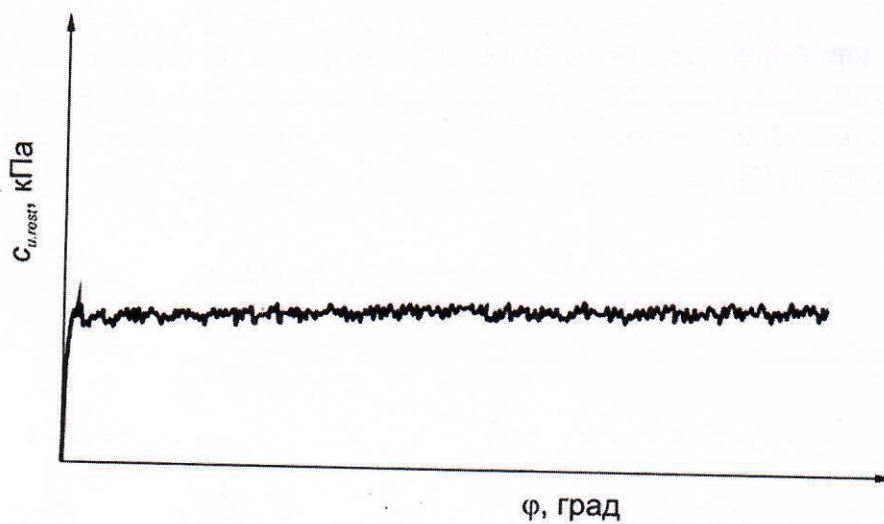


Рисунок Д.2 – Зависимость остаточной недренированной прочности $c_{u,rest}$ от угла поворота крыльчатки ϕ

Приложение Е
(справочное)

Графическое представление крутящего момента

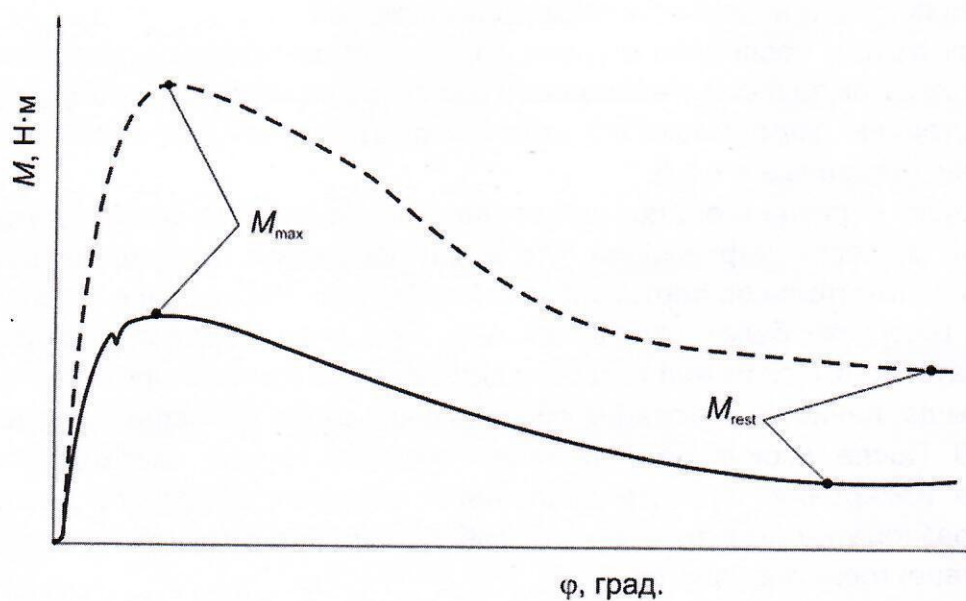


Рисунок Е.1 — Зависимость крутящего момента от угла поворота крыльчатки при различной глубине испытаний

УДК 642.131.35:006 354

ОКС 19.060

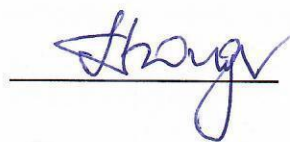
Ключевые слова: полевые испытания, вращательный срез, недренированная прочность, недренированная остаточная прочность, недренированный модуль сдвига

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

ООО «НПП Геотек»

Руководитель
разработки

Директор по научной
работе и инновациям



Г.Г. Болдырев

Ответственный
исполнитель

Руководитель
исследовательского
отдела



А.А. Живаев

