ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58349— 2019

Дороги автомобильные общего пользования

ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА

Методы измерения толщины слоев дорожной одежды

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным автономным учреждением «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ «РОСДОРНИИ») Министерства транспорта Российской Федерации

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 февраля 2019 г. № 29-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 и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

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 . . . 2
4 Общие положения . . . 3
5 Средства измерений и вспомогательное оборудование . . . 4
6 Методы измерений . . . 5
6.1 Геодезический метод . . . 5
6.2 Георадиолокационный метод . . . 5
6.3 Разрушающие методы . . . 5
7 Требования безопасности . . . 6
8 Требования к условиям выполнения работ . . . 6
9 Подготовка к проведению измерений . . . 7
9.1 Геодезический метод . . . 7
9.2 Георадиолокационный метод . . . 8
9.3 Разрушающие методы . . . 9
10 Порядок проведения измерений . . . 9
10.1 Геодезический метод . . . 9
10.2 Георадиолокационный метод . . . 9
10.3 Разрушающие методы . . . 10
11 Обработка результатов измерений . . . 11
11.1 Геодезический метод . . . 11
11.2 Георадиолокационный метод . . . 11
11.3 Разрушающие методы . . . 12
12 Оформление результатов измерений . . . 12
13 Контроль точности результатов измерений . . . 12
Приложение А (справочное) Электрофизические свойства материалов слоев дорожной одежды . . . 13
Приложение Б (обязательное) Образец журнала документирования выработок . . . 14
Приложение В (справочное) Определение средних значений толщины слоев . . . 15
Библиография . . . 16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дороги автомобильные общего пользования

ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА

Методы измерения толщины слоев дорожной одежды

Automobile roads of general use. Road pavement.
Methods for measuring pavement layers thickness

Дата введения — 2019—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на строительство (реконструкцию), капитальный ремонт и эксплуатацию дорожных одежд и устанавливает требования к методам измерения толщины слоев дорожной одежды на автомобильных дорогах общего пользования на территории Российской Федерации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.230 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 10528—90 Нивелиры. Общие технические условия

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

ГОСТ 24846 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ 32757 Дороги автомобильные общего пользования. Временные технические средства организации дорожного движения. Классификация

ГОСТ 32758 Дороги автомобильные общего пользования. Временные технические средства организации дорожного движения. Технические требования и правила применения

ГОСТ 32836—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Изыскания автомобильных дорог. Общие требования

ГОСТ 32865 Дороги автомобильные общего пользования. Знаки переменной информации. Технические требования

ГОСТ 32868—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий

ГОСТ 32869—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий

ГОСТ 32945 Дороги автомобильные общего пользования. Знаки дорожные. Технические требования

ГОСТ 33475 Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования

ГОСТ Р 8.563—2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 8.674 Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями

Издание официальное

ГОСТ Р 51256—2018 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования

ГОСТ Р 52289—2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств

ГОСТ Р 52290—2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования

ГОСТ Р 53607 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерениям псевдодальностей. Основные положения

ГОСТ Р 56925—2016 Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерения неровностей оснований и покрытий

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 следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

аттестация методик (методов) измерений: Исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

[Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ [1], статья 2, определение 1]

3.2

георадар: Устройство, предназначенное для получения радиолокационного изображения отражающих границ подповерхностных объектов вдоль разреза или на площади.

[ГОСТ 33146—2014, пункт 3.26]

3.3 **георадиолокационный метод:** Геофизический неразрушающий метод, основанный на излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от различных объектов зондируемой среды.

3.4 **диэлектрическая проницаемость:** Относительная физическая величина, характеризующая свойства изолирующей (диэлектрической) среды и показывающая, во сколько раз силы взаимодействия двух электрических зарядов в этой среде менее, чем в вакууме.

3.5

калибровка средств измерений: Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

[Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ [1], статья 2, определение 10]

3.6 **вырубка (керн):** Образец, отобранный из монолитного материала дорожной одежды путем выпиливания или выбуривания.

3.7

косвенное измерение: Измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной.

[РМГ 29—2013, статья 4.20]

3.8 **кровля слоя:** Верхняя поверхность слоя дорожной одежды.

3.9

метод измерений: Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

[ГОСТ Р 8.563—2009, пункт 3.1]

3.10 **мониторинг:** Система наблюдения и контроля за состоянием объекта, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком.

3.11

нивелирование: Определение превышений между точками местности, дороги, строений и искусственных сооружений.

[ГОСТ 32869—2014, пункт 3.8]

3.12

поверка средств измерений: Совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

[Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ [1], статья 2, определение 17]

3.13

погрешность измерения: Разность между измеренным значением величины и опорным значением величины.

[РМГ 29—2013, статья 5.16]

3.14 **подошва слоя:** Нижняя поверхность слоя дорожной одежды.

3.15 **проба:** Отобранное установленным способом определенное количество материала или полуфабриката, необходимое для приготовления требуемого количества образцов, подвергаемых испытанию.

3.16

прямое измерение: Измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.

[Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ [1], статья 2, определение 19]

3.17 **толщина слоя дорожной одежды:** Расстояние между верхней и нижней поверхностями слоя по восстановленному перпендикуляру между ними.

3.18 **шурф:** Вертикальная выработка (малого поперечного сечения и глубиной не более 2 м), предназначенная для обследования дорожной одежды и грунтов земляного полотна.

3.19 **электрофизические свойства среды:** Диэлектрическая проницаемость материала слоя или скорость распространения электромагнитного сигнала в нем.

4 Общие положения

4.1 Положениями настоящего стандарта следует руководствоваться для обеспечения исполнения требований ТР ТС 014/2011 [2].

Измерение толщины слоев дорожной одежды на разных этапах жизненного цикла автомобильных дорог следует выполнять в следующих случаях:

- при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог для контроля толщины уложенных слоев дорожной одежды (далее — контроль толщины);
- инженерно-геологических изысканиях эксплуатируемых автомобильных дорог для оценки несущей способности дорожной одежды и разработки проектных решений по ее усилению (далее — инженерно-геологические изыскания);
- мониторинге состояния дорожной одежды в процессе эксплуатации (далее — мониторинг состояния дорожной одежды).

4.2 При измерениях толщины слоев дорожной одежды следует сопоставлять результаты измеренных значений толщины со значениями, приведенными в проектной (рабочей) документации, исполнительной съемке, паспорте автомобильной дороги.

4.3 При измерении толщины слоев дорожной одежды на разных этапах жизненного цикла автомобильных дорог допускается использовать разные комбинации методов измерений.

При контроле толщины следует применять геодезический метод, разрушающие методы или георадиолокационный метод совместно с разрушающими методами.

При инженерно-геологических изысканиях и мониторинге состояния дорожной одежды следует применять георадиолокационный метод совместно с разрушающими методами. При инженерно-геологических изысканиях разрушающие методы измерений толщины слоев можно использовать как самостоятельные, без георадиолокационного обследования.

Разрушающие методы (отбор кернов, проб, шурфование) следует применять в соответствии с требованиями ГОСТ 32868, ГОСТ 12071.

4.4 Результаты измерений толщины слоев, полученные разрушающими точечными методами, следует считать приоритетными в сравнении с результатами, полученными неразрушающими методами, отличающимися высокой производительностью и непрерывностью измерений.

5 Средства измерений и вспомогательное оборудование

5.1 При выполнении прямых измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, тип применяемых средств измерений подлежит обязательному утверждению в соответствии с [1].

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться поверке и калибровке. При этом измерения следует выполнять согласно методикам, которые подлежат аттестации в добровольном порядке [1].

Применяемые средства измерения должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 8.674 и 5.2—5.4.

5.2 При геодезическом методе измерений толщины слоев следует применять средства измерений (нивелиры, тахеометры, теодолиты) и вспомогательное оборудование в соответствии с требованиями ГОСТ 32869, ГОСТ 24846.

5.3 При георадиолокационном методе измерений толщины слоев необходимо использовать следующий комплект георадиолокационного (георадарного) и вспомогательного оборудования:

- модуль управления георадаром и антенные блоки;
- средства геопространственного позиционирования (приемники глобальной навигационной спутниковой сети, датчики измерения пути, гироскопические датчики и др.);
- системы фото- и видеофиксации;
- устройства ввода и визуализации данных, блоки питания, системы крепления и транспортирования антенных блоков.

Георадиолокационное (георадарное) оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 32868—2014 (подпункт 6.2) и 5.1.

Требования к георадиолокационному оборудованию:

а) диапазон измерения толщины следующих конструктивных слоев дорожной одежды:

1) покрытия от 0,04 до 0,5 м;
2) основания от 0,08 до 0,6 м;
3) дополнительных слоев основания от 0,2 до 0,8 м;

б) пределы изменения центральной частоты антенных блоков при измерении толщины слоев следующих конструктивных элементов дорожной одежды:

1) покрытия от 1000 до 3000 МГц;
2) основания от 700 до 2000 МГц;
3) дополнительных слоев основания от 250 до 1200 МГц;

в) погрешность измерений толщины слоев не должна превышать:

1) 0,5 см для монолитных слоев на глубине не более 10 см;
2) 1 см — для монолитных слоев на глубине от 11 до 20 см;
3) 2 см — для монолитных слоев и слоев из несвязных материалов на глубине от 21 до 60 см;
4) 4 см — для слоев из несвязных материалов на глубине от 61 до 120 см.

Датчики измерения пути, применяемые совместно с георадарным оборудованием, должны быть откалиброваны, при этом абсолютная погрешность в определении пройденного расстояния не должна превышать ± 5 м/км.

5.4 Линейка металлическая для измерения толщины слоев при использовании разрушающих методов должна соответствовать требованиям ГОСТ 427.

6 Методы измерений

6.1 Геодезический метод

6.1.1 Сущность метода заключается в измерениях высотных отметок в одной и той же точке в плане на поверхности кровли и подошвы каждого слоя дорожной одежды с последующим расчетом толщины слоя по разнице отметок.

6.1.2 Геодезический метод измерений толщины слоев дорожной одежды целесообразно выполнять параллельно с измерениями ровности оснований и покрытий методом амплитуд по ГОСТ Р 56925—2016 (раздел 5).

6.1.3 Высотные отметки подошвы и кровли слоя из монолитных материалов для расчета толщины следует определять путем геометрического нивелирования с погрешностью, не превышающей значений, допустимых по ГОСТ 10528—90 (раздел 1) для нивелиров точной группы (класса).

6.1.4 Для съемки высотных отметок подошвы и кровли слоев дорожной одежды из несвязных материалов, а также выполнения плановой разбивки необходимо применять тахеометры.

Погрешность выноса точек и определения высотных отметок не должна превышать значений, допустимых по ГОСТ 32869—2014 (приложение А) для тахеометров точного типа (класса). Для плановой разбивки допускается использование оборудования глобальной навигационной спутниковой сети по ГОСТ 32869—2014 (раздел 6, приложение А).

6.2 Георадиолокационный метод

6.2.1 Сущность метода заключается в непрерывном сканировании дорожной одежды по траектории движения георадара с заданным шагом излучения и приема сигнала, отраженного от границ слоев с построением волнового разреза (радарограммы) в координатах длины профиля и времени прохождения электромагнитного сигнала по глубине.

Определение толщины слоев с помощью георадара следует выполнять путем косвенных измерений. Для определения толщины слоя необходимо использовать результаты прямых измерений времени прохождения электромагнитного сигнала от верхней границы слоя к нижней и обратно.

Математическую зависимость толщины слоя h, см, от времени прохождения электромагнитного сигнала при определенном значении электрофизических свойств материала вычисляют по формуле

$$h = \frac{c \cdot \Delta t}{2 \cdot \sqrt{\varepsilon}}, \quad (1)$$

где c — скорость света в вакууме (30 см/нс);

Δt — время пробега электромагнитного сигнала от верхней границы слоя к нижней и в обратном направлении, определяемое с помощью георадиолокационного оборудования, нс;

ε — диэлектрическая проницаемость, определяемая по таблице А.1 (приложение А) или опытным путем (калибровка по данным бурения или применение приборов для измерения диэлектрической проницаемости).

На объекте должна быть выполнена полевая калибровка георадара по данным контрольного бурения (отбора пробы). Допускается калибровка записанных георадаром данных в ходе постобработки в камеральных условиях. Измеренное с помощью георадара значение параметра Δt, а также измеренное в точке контрольного бурения (отбора пробы) посредством металлической линейки значение параметра h следует подставлять в формулу (2) для вычисления значения параметра ε:

$$\varepsilon = \left(\frac{c \cdot \Delta t}{2 \cdot h}\right)^2. \quad (2)$$

Косвенное измерение толщины слоев на удалении от точки контрольного бурения (отбора пробы) следует осуществлять при фиксированном значении параметра ε, полученном на основании калибровки георадара в ближайшей точке контрольного бурения с учетом 10.2.5.

6.2.2 Расчет толщины каждого слоя дорожной одежды по времени прохождения электромагнитного сигнала следует осуществлять по формуле (1) в автоматизированном режиме программными алгоритмами.

6.3 Разрушающие методы

6.3.1 Сущность метода заключается в измерении толщины слоя с помощью металлической линейки по отобранному (высверленному) керну (пробе) из дорожной одежды или прорытому шурфу как расстояния между верхней и нижней границами слоя.

6.3.2 Измерения толщины слоев из монолитных материалов следует выполнять по отобранным керноотборником цилиндрическим кернам. Допускаются отбор прямоугольных проб с помощью швонарезчика и выполнение измерений по ним.

Измерение толщины слоя из связных материалов и грунтов следует проводить по пробам, отобранным при колонковом бурении скважин; из несвязных материалов и грунтов — по измерениям на стенках шурфов.

7 Требования безопасности

7.1 В ходе выполнения измерений толщины слоев дорожной одежды необходимо обеспечивать безопасность дорожного движения и рабочего персонала с учетом требований ГОСТ 32757, ГОСТ 32758. Если измерение на участке дороги невозможно без создания помех для движения транспортного потока, должны быть приняты необходимые меры безопасности.

7.2 При проведении стационарных измерений с помощью геодезического метода или при отборе кернов (проб) и шурфовании места выполнения работ должны быть ограждены с помощью временных технических средств организации движения по ГОСТ 32757, ГОСТ 32758.

При измерении толщины слоев в режиме движения передвижные лаборатории с георадарным оборудованием должны соответствовать требованиям [3], работать с включенными проблесковыми маячками желтого или оранжевого цвета, при необходимости остановок на проезжей части или движения с малой скоростью оборудоваться знаками, предупреждающими о препятствии и необходимости выполнения объезда в соответствии с ГОСТ Р 52289, ГОСТ 32945, ГОСТ 32865.

При использовании автомобиля прикрытия он должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть оборудованным дорожными знаками 1.25, 1.33, 3.24, 4.2.1—4.2.3 IV типоразмера с покрытием из световозвращающей пленки по ГОСТ Р 52289—2004 (подпункт 5.1.16, приложение Б);
- иметь проблесковые маячки желтого или оранжевого цвета со светом высокой интенсивности;
- иметь вертикальную разметку 2.1.1—2.1.3 (в зависимости от места установки) по ГОСТ Р 51256—2018 (приложение А) из световозвращающей пленки в соответствии с ГОСТ Р 52290—2004 (подпункт 5.3) красного и желтого цветов, покрывающую как можно большую поверхность задней части автомобиля;
- быть оборудованным демпфирующей системой.

7.3 Специалисты, выполняющие измерения толщины слоев дорожной одежды, должны соблюдать инструкции по охране труда, устанавливающие правила поведения и выполнения работ на автомобильных дорогах, разработанные с учетом требований ГОСТ 12.0.230.

7.4 Специалисты, выполняющие измерения толщины слоев дорожной одежды, должны иметь специальную одежду со светоотражающими элементами, обеспечивающую повышенную видимость в условиях проведения работ на автомобильных дорогах.

7.5 При проведении измерений толщины слоев дорожной одежды наряду с требованиями техники безопасности должны соблюдаться требования охраны окружающей среды по ГОСТ 32836—2014 (раздел 10).

8 Требования к условиям выполнения работ

8.1 Все методы измерений, а также использование в работе измерительного и вспомогательного оборудования необходимо применять в соответствии и в условиях, допустимых инструкциями по их эксплуатации.

8.2 При геодезической съемке и разбивке не допускается выполнение работ при наличии грязи, снежного покрова и льда на поверхности слоев дорожной одежды в местах непосредственного проведения измерений.

8.3 Работы с геодезическим оборудованием следует выполнять в светлое время суток.

8.4 Георадиолокационные измерения следует проводить при отсутствии дождя, падающего мокрого снега, воды на покрытии и неукатанного снежного покрова на его поверхности. Не допускается выполнение работ на покрытии, обработанном противогололедным солесодержащим реагентом, а также сразу после выпадения осадков.

Диапазон рабочих температур окружающего воздуха при выполнении измерений георадиолокационным оборудованием должен быть от минус 20 °С до плюс 40 °С.

8.5 Измерения толщины слоев дорожной одежды по результатам бурения и шурфования механизированными и немеханизированными средствами проходки выработок должны выполнять в условиях, обеспечивающих требования по охране труда по ГОСТ 32836—2014 (раздел 10) и ГОСТ 32868—2014 (раздел 12).

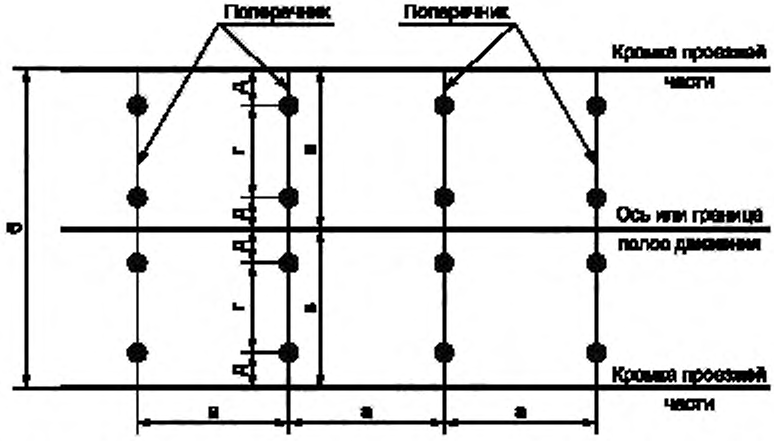
9 Подготовка к проведению измерений

9.1 Геодезический метод

9.1.1 В подготовительный период следует закрепить начало и конец участка, створы (поперечники) и разметить точки, в которых следует выполнять измерения высотных отметок поверхности слоя. Длина участка должна быть не менее 400 м. Допускается выполнение выборочного контроля в объеме не менее чем 20 % от общей протяженности участка при условии, что его длина составляет не менее 10 км. Поперечники должны быть размещены друг от друга на одинаковом расстоянии согласно схеме (см. рисунок 1) с погрешностью ± 0,05 м.

Для разбивочных работ должен быть подготовлен проект месторасположения точек измерения толщины слоя.

Схема расположения точек измерения толщины слоя геодезическим методом приведена на рисунке 1.



Примечание — Приведена схема для двух смежных полос движения как встречного направления, так и сопутствующего.

Рисунок 1 — Схема расположения точек измерений толщины слоя геодезическим методом

9.1.2 Расстояния между точками измерений толщины слоя представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Расстояния между точками измерений толщины слоя

Категория дороги	Расстояние для переменных на рисунке 1, м				
	а	б	в	г	д
I	5	2·в	От 3,5 до 3,75	2	$\frac{в - г}{2}$
II					
III			3,5		
IV			3		
V		—	4,5		

Примечания

1 В соответствии с геометрическими параметрами по ГОСТ 33475.

2 Для дорог V категории и каждой дополнительной нечетной полосы движения применяется фрагмент схемы (см. рисунок 1) только для одной полосы движения.

В ходе контроля толщины геодезическую съемку высотных отметок необходимо выполнять от созданной сети сгущения пунктов планового и высотного обоснования.

До начала измерений высотных отметок поверхности слоя необходимо восстановить (разметить) плановое местоположение точек на каждом поперечнике.

9.2 Георадиолокационный метод

9.2.1 В первую очередь необходимо выполнить анализ исходных материалов обследуемого участка, подготовить оборудование и определить маршрут съемки.

9.2.2 Далее следует изучить проектную, рабочую и исполнительную документацию в части требований к проектной толщине каждого конструктивного слоя дорожной одежды на каждом участке измерения.

9.2.3 Затем необходимо выбрать по таблице 2 тип и частоту антенного блока для проведения измерений на заданную глубину.

Таблица 2 — Центральная частота антенных блоков для измерения толщины слоев покрытия и основания

Конструктивный слой дорожной одежды	Общая толщина слоев, см	Глубина заложения от поверхности покрытия, см	Центральная частота антенного блока, МГц
Покрытие	От 4 до 10	0	От 1800 до 3000
	От 11 до 30	0	От 1200 до 2000
	От 31 до 50	0	От 1000 до 1800
Основание	От 8 до 30	От 4 до 30	От 1000 до 2000
	От 31 до 60	От 31 до 50	От 700 до 1800
Дополнительные слои основания	От 20 до 40	От 30 до 60	От 400 до 1200
	От 41 до 80	От 61 до 100	От 250 до 700

9.2.4 При выполнении георадиолокационных работ в продольном направлении по всей длине обследуемого участка следует применять преимущественно бесконтактные антенные блоки, закрепляемые на мобильной дорожной лаборатории. При съемке дорожной одежды в поперечном направлении следует применять преимущественно контактные антенные блоки в режиме пешей съемки.

9.2.5 Длина обследуемого участка автомобильной дороги георадиолокационными методами должна быть:

- при контроле толщины — не менее 400 м;
- инженерно-геологических изысканиях — равной длине проектируемого участка;
- мониторинге состояния дорожной одежды — согласно программе мониторинговых работ.

9.2.6 При наличии бетонных или железобетонных плит под асфальтобетонным покрытием измерения толщины слоев дорожной одежды при поперечных проходах необходимо проводить одновременно с работами по установлению границ жестких слоев в плане.

Местоположение георадиолокационных профилей при контроле толщины необходимо назначать с учетом возможности выполнения контрольного бурения в створах прохода георадара.

При инженерно-геологических изысканиях и мониторинге состояния дорожной одежды сначала следует планировать измерения толщины слоев продольными проходами по каждой полосе движения, а затем при необходимости поперечными проходами на отдельных участках с шагом от 5 до 20 м в зависимости от их длины и состояния.

9.2.7 В определение маршрута измерений толщины слоев в продольном направлении должно входить установление количества проходов (зависит от количества полос движения), местоположения начальной и конечной точек измерений, определение створа перемещения георадара по полосе движения (по расстоянию до оси дороги или кромки проезжей части).

9.2.8 В определение маршрута измерений толщины слоев по поперечникам при пешей съемке с помощью георадара входят определение количества и местоположения поперечников, местоположения начальной и конечной точек измерений на каждом поперечнике (от одной бровки земляного полотна до другой). С целью обеспечения безопасности измерений по поперечным проходам необходимо осуществлять перед каждым измерением кратковременное перекрытие движения.

9.3 Разрушающие методы

9.3.1 Отбор кернов (проб) из монолитных материалов при контроле толщины следует проводить в трех местах (предварительно определенных неразрушающими методами) для площади в 7000 м^2 (10 000 м^2 при площадях покрытия более 30 000 м^2). При инженерно-геологических изысканиях и мониторинге нормы отбора кернов (скважин, шурфов) должен устанавливать заказчик (застройщик) в техническом задании в соответствии с требованиями ГОСТ 32868.

9.3.2 Отбор проб несвязных материалов и грунтов следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 12071.

10 Порядок проведения измерений

10.1 Геодезический метод

10.1.1 Измерения высотных отметок поверхности слоя h_{oi} следует проводить, последовательно устанавливая нивелирную рейку или веху с отражателем на каждую точку измерений.

Съемку точек поверхности каждого слоя необходимо выполнять единожды в одной и той же системе координат и высот.

10.1.2 Измерения высотных отметок на поверхности слоя $h_{вi}$ следует проводить после уплотнения и/или набора прочности материала слоя на тех же поперечниках и в тех же точках.

Измерения толщины вновь устроенных слоев основания дорожной одежды следует осуществлять с привязкой к проектной оси или границам полос движения (см. 9.1.1).

10.2 Георадиолокационный метод

10.2.1 Георадар следует применять для измерения толщины слоев дорожной одежды методом непрерывного профилирования, при этом фиксация местоположения точек определения толщины должна быть выполнена с помощью навигационного модуля георадара или датчика измерения пройденного пути.

При применении приемников глобальной навигационной спутниковой сети необходимо обеспечивать синхронизацию записи георадарных данных и траектории движения георадара.

10.2.2 Шаг сканирования должен соответствовать скорости выполнения работ, параметрам съемки и иметь следующие значения.

- при съемке с помощью автомобиля — не более 0,3 м;
- пешей съемке — не более 0,1 м.

При определении толщины армированных бетонных плит шаг сканирования должен быть от трех до пяти раз менее шага арматурной сетки. Шаг арматурной сетки следует устанавливать по данным анализа исходных материалов или опытным путем с помощью пробных проходов георадара.

10.2.3 Если запись траектории движения не выполнена, необходимо с помощью установки меток на радарограммах осуществлять ситуационную привязку к километровым столбам, сооружениям (столбы освещения, знаки, остановки, искусственные сооружения, примыкания, пересечения и т. д.) при продольных проходах, к оси и кромкам проезжей части, разметке полос движения — при поперечных проходах.

При отслеживании траектории движения георадара с помощью оборудования глобальной навигационной спутниковой сети для повышения точности геопространственного позиционирования результатов съемки необходимо применять дифференциальный метод определения координат в соответствии с ГОСТ Р 53607. В случае отслеживания траектории движения георадара гироскопическими датчиками необходимо определять координаты местоположения точек начала и завершения записи данных, а также опорных точек.

10.2.4 Для опытного определения электрофизических свойств материала измеряемого слоя необходимо выполнить запись короткого георадарного профиля (протяженность от 3 до 10 м) с протягиванием антенного блока в непосредственной близости от места проходки выработки на участке автомобильной дороги. Погрешности в определении электрофизических свойств материала слоя(ев) на этапе записи данных необходимо устранять в ходе постобработки.

10.2.5 Полученные в программной среде обработки радарограмм значения электрофизических свойств материала слоя(ев) дорожной одежды следует распространять только на участки с однотипными дорожными конструкциями и одинаковыми условиями эксплуатации (прохождение в насыпи или выемке, высота насыпи или глубина выемки, тип местности по увлажнению, подстилающие грунты и т. д.).

10.2.6 Интерпретацию границ допускается выполнять в автоматизированном режиме, при этом оператор должен контролировать процесс. По участкам радарограмм, на которых отражающие границы не читаются однозначно, нельзя представлять результаты измерений.

При отклонении опытно установленных электрофизических свойств материала слоя(ев) от параметров, приведенных в приложении А, необходимо осуществлять проверку интерпретированных отражающих границ слоя(ев).

10.2.7 При продольных проходах последовательность выполнения измерений толщины слоев должна быть следующая:

- определение электрофизических свойств материала каждого слоя по одной выработке на 1 км (с учетом 6.2.1);
- продольное профилирование участка;
- определение мест расположения выработок в створе прохода георадара с разметкой на местности;
- проходка выработок с учетом их минимально необходимого количества;
- поперечное профилирование, в том числе возле пройденных выработок (только при необходимости выполнения поперечных проходов).

10.2.8 При поперечных проходах последовательность измерения толщины слоев должна быть следующая.

- определение электрофизических свойств каждого слоя по одной выработке на 1 км (с учетом 6.2.1);
- поперечные проходы от одной бровки земляного полотна к другой;
- установление места расположения выработки в створе прохода георадара с разметкой на местности (при необходимости);
- проходка выработок с учетом их минимально требуемого количества (при необходимости).

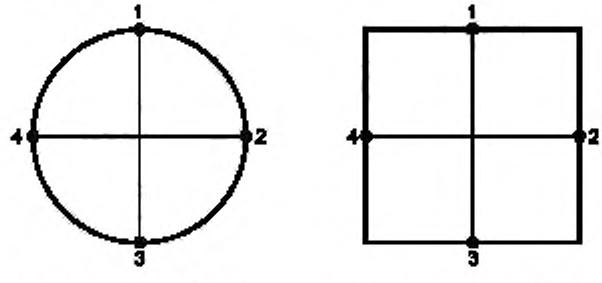
10.2.9 Места подтверждающих выработок по радарограмме необходимо выбрать, исходя из условия четкого и однозначного отображения границ кровли и подошвы слоя. Отбирать керны (пробы) или проводить шурфование следует на участках с максимальной и минимальной толщиной слоя.

10.2.10 На участках автомобильных дорог с разными дорожными конструкциями или различными условиями эксплуатации (см. 10.2.5) необходимо отбирать керны (пробы) или проводить шурфование в пониженных местах выемок и повышенных местах насыпей, при разных типах местности по увлажнению и различных подстилающих грунтах.

10.2.11 Для определения электрофизических свойств среды и достижения минимальной погрешности результатов георадарных измерений необходимо осуществить проходку не менее двух контрольных выработок на 1 км в зависимости от условий эксплуатации. Допускается снижение количества контрольных выработок при однотипных дорожных конструкциях и одинаковых условиях эксплуатации.

10.3 Разрушающие методы

10.3.1 До начала измерений необходимо определить по отобранному керну (пробе) верхние и нижние границы каждого слоя визуально. Измерения следует проводить послойно по каждому керну (пробе) от верхней границы к нижней с помощью измерительной металлической линейки, которую располагают перпендикулярно цилиндрической (прямоугольной) поверхности керна (пробы) по четырем точкам, располагаемым на одинаковых расстояниях друг от друга в соответствии со схемой (см. рисунок 2). За толщину слоя по керну следует принимать среднеарифметическое значение, полученное из четырех измерений.



а) цилиндрический образец б) образец в форме параллелепипеда

Рисунок 2 — Точки выполнения измерения толщины образца (вид сверху)

При контроле толщины отличия между четырьмя измерениями в одном шурфе или керне (пробе) не должны превышать значения максимально допустимых отклонений по толщине слоев, установленных действующими нормативно-техническими документами. Превышение максимально допустимых отклонений толщины слоя будет свидетельствовать о недостаточном качестве выполнения работ.

10.3.2 При проходке шурфа перед измерениями необходимо зачистить поверхность его стенки, визуально определить верхние и нижние границы каждого измеряемого слоя. Измерения следует выполнять послойно от верхней до нижней границы с помощью измерительной металлической линейки, которую располагают перпендикулярно границам по четырем точкам, расположенным по разрезу вскрытого шурфа на одинаковом расстоянии друг от друга. За толщину слоя по шурфу следует принимать среднеарифметическое значение, полученное из четырех измерений.

10.3.3 Проходку выработок для измерения толщины слоев следует максимально совмещать с сопутствующими видами работ, требующими использования разрушающих методов.

При выполнении измерения совместно с георадиолокационным методом керны (пробы) монолитного материала следует отбирать в точках по маршруту перемещения георадара, а в случаях применения как самостоятельного метода измерений — по полосе наката транспортных средств в шахматном порядке.

Измерение толщины слоев основания необходимо проводить по кромке проезжей части.

10.3.4 При документировании пройденных выработок необходимо заполнять журнал в соответствии с приложением Б.

11 Обработка результатов измерений

11.1 Геодезический метод

Толщину слоя с точностью до 1 мм в каждой i точке измерения h_i, мм, следует вычислять по формуле

$$h_i = h_{вi} - h_{oi}, \quad (3)$$

где $h_{вi}$ — отметка кровли слоя в точке измерения i, мм;

h_{oi} — отметка подошвы слоя в точке измерения i, мм.

11.2 Георадиолокационный метод

11.2.1 Обработку результатов георадных измерений толщины слоев необходимо осуществлять с помощью программного обеспечения для обработки георадиолокационнных данных в соответствии с инструкциями разработчиков.

11.2.2 Траекторию движения георадара с помощью приемников глобальной навигационной спутниковой сети по ГОСТ Р 53607 необходимо получать одним из указанных способов:

- в режиме реального времени;
- постобработке.

11.2.3 В ходе обработки результатов измерения необходимо проверять соответствие длины записанных георадиолокационных профилей (радарограмм) фактически пройденному расстоянию. В случае имеющихся расхождений по протяженности записанных радарограмм необходимо выполнять корректировку их длины.

11.2.4 Для установления фактически пройденных расстояний следует использовать карты (в том числе электронные), топографические планы, траекторию движения другого оборудования, применявшегося одновременно с георадаром (например, автомобильные видеорегистраторы, системы фото- и видеофиксации мобильных дорожных лабораторий и др.).

11.2.5 Полевые георадиолокационные данные (исходные радарограммы) должны проходить процедуру обработки:

- удаления сигнала прямого прохождения;
- фильтрации волн помех;
- усиления сигнала;
- масштабирования и настройки параметров отображения;
- другие алгоритмы обработки сигнала.

11.2.6 Для результатов, полученных с помощью бесконтактных антенных блоков, следует сместить точку отсчета вертикальной шкалы на границу, соответствующую поверхности дорожной одежды.

В случае необходимости выполнить топографическую привязку георадарного профиля точкам поверхности дорожного покрытия следует задавать абсолютные высотные значения, полученные по результатам геодезической съемки.

11.2.7 По результатам анализа априорной информации (результаты диагностики, проходка выработок, рабочие чертежи с конструкциями дорожных одежд и др.) необходимо подготовить данные о конструкции дорожной одежды обследуемого участка. С учетом указанной информации следует выделить границы слоев дорожной одежды на радарограммах.

11.2.8 На радарограммах с выделенными границами слоев дорожной одежды необходимо определить точки, соответствующие местам проходки выработок (керны, шурфы), присвоить слоям измеренные значения толщины в этих точках, в автоматическом режиме определить по 6.2.1 толщину слоев на георадарном профиле во всех точках профилирования.

11.2.9 Подготовить отчетные материалы с информацией об определении и/или оценке толщины слоев дорожной одежды следует в соответствии с разделом 12.

11.3 Разрушающие методы

Значение толщины каждого слоя для каждого керна (шурфа) следует определять согласно 10.3 с точностью снятия отметки со шкалы не более 1 мм.

12 Оформление результатов измерений

Отчет о результатах измерений толщины слоев дорожной одежды должен содержать:

а) ссылку на настоящий стандарт;

б) наименование метода измерений толщины слоев;

в) наименование участка автомобильной дороги;

г) методику проведения измерений:

1) подготовку к измерению толщины слоев и порядок отбора образцов (например, кто и в каком месте проводит измерения толщины слоев и отбор образцов);

2) сведения о применяемых средствах измерения;

3) дату проведения измерений толщины слоев;

4) число образцов для измерений толщины слоев;

5) общую информацию о выполнении измерений толщины слоев (например, интервал времени между периодами измерений толщины в разных точках);

6) обстоятельства, которые могут повлиять на результаты измерений толщины слоев (например, изменение погоды);

д) результаты отдельных измерений толщины слоев, журналы документирования выработок, сводные данные об отклонении результатов отдельных измерений толщины слоев от проектных значений;

е) среднеарифметические значения толщины по слоям, значения среднеквадратических отклонений, а также значения коэффициентов вариации толщины слоев на исследуемом участке, оценку однородности слоев по толщине по методике, приведенной в приложении В.

13 Контроль точности результатов измерений

13.1 Точность измерений толщины слоев согласно ГОСТ Р 8.563—2009 (подпункт 5.2.1) должна быть оценена с учетом всех составляющих погрешности измерений (методической, инструментальной, вносимой оператором, возникающей при использовании разрушающих методов).

13.2 Погрешность измерений толщины слоев при геодезическом методе не должна превышать 0,4 см — для монолитных слоев, 1 см — для слоев из несвязных материалов.

13.3 Погрешность измерений толщины слоев при георадиолокационном методе не должна превышать значений, указанных в 5.3.

13.4 Погрешность измерений толщины слоев при измерениях по отобранным кернам и пробам не должна превышать 0,2 см — для монолитных слоев, 0,5 см — для слоев из несвязных материалов.

Приложение А
(справочное)

Электрофизические свойства материалов слоев дорожной одежды

В настоящем приложении приведены электрофизические свойства материалов слоев дорожной одежды (см. таблицу А.1).

Таблица А.1 — Электрофизические свойства материалов слоев дорожной одежды

Материал (порода)	Содержание воды (характеристика)	Электрофизические свойства материалов	
		Значение диэлектрической проницаемости	Значение скорости распространения электромагнитной волны, см/нс
Асфальтобетон	Сухой	4,5—5,2	От 14,1 до 13,1
	Водонасыщенный	5,2—8	От 13,1 до 10,6
Бетон	Сухой	3,7	15,6
	5 %	5,5	12,8
	10 %	7,0	11,3
Песок неоднородный	Мерзлый	4,5	14,1
	0 %	3,2	16,8
	4 %	4,8	13,7
	8 %	7	11,3
	12 %	11	9,1
	16 %	15	7,8
	25 %	37,6	4,9
Щебень известняковый	Сухой, водонасыщенный	4—8	От 15,0 до 10,6
Щебень гранитный	Сухой, водонасыщенный	4—7	От 15,0 до 11,3

Приложение Б
(обязательное)

Образец журнала документирования выработок

Название организации, партии, отряда _____

Наименование автомобильной дороги, километраж _____

Дата измерений _____

Номера горных выработок, проб _____

Фамилия, имя, отчество геолога _____

Применяемое оборудование _____

Таблица Б.1 — Журнал документирования выработок

ПК, или КМ, или *X*, *Y*, *Z*	№ (керна, скважины, шурфа)	Расстояние центра выработки от оси, м		Название материала слоя (слои чередовать от поверхности к основанию дорожной одежды)	Толщина слоя по результатам измерений, мм				Средняя толщина слоя, мм
		влево	вправо		1	2	3	4	

Приложение В
(справочное)

Определение средних значений толщины слоев

В.1 Геодезический метод

Среднее значение толщины каждого слоя должны вычислять как среднеарифметическое из всех измеренных толщин слоев во всех точках на всей длине измеряемого участка автомобильной дороги с точностью до 1 мм.

Среднее значение толщины каждого слоя $\overline{h}$, мм, следует вычислять по формуле

$$\overline{h} = \frac{\sum_1^n h_i}{n}, \quad (В.1)$$

где h_i — измеренное значение толщины слоя в точке i, мм;

n — общее количество измеренных точек.

Проверку однородности по толщине каждого слоя следует выполнять по коэффициенту вариации C_v по формуле

$$C_v = \frac{\sigma}{\overline{h}}, \quad (В.2)$$

где σ — среднеквадратическое отклонение, рассчитываемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (h_i - \overline{h})^2}{n-1}}. \quad (В.3)$$

В.2 Георадиолокационный метод

Среднее значение толщины слоев следует вычислять для каждого участка как среднеарифметическое значение для каждого слоя не менее чем в 100 точках (расстояние между точками принимают 20 м) с точностью до 1 мм по формуле (В.1).

Проверку однородности по толщине для каждого участка следует проводить по рассчитанным значениям толщин слоев не менее чем в 100 точках (расстояние между точками принимают 20 м) по формулам (В.2) и (В.3).

В.3 Разрушающие методы

Среднее значение толщины слоев следует вычислять по формуле (В.1) для каждого участка как среднеарифметическое значение для каждого слоя по всем кернам, образцам и пробам на всей длине измеряемого участка автомобильной дороги с точностью до 1 мм.

Библиография

[1]	Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ	Об обеспечении единства измерений
[2]	Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011	Безопасность автомобильных дорог
[3]	Отраслевой стандарт ОСТ 218.011—99	Машины дорожные. Цветографические схемы, лакокрасочные и световозвращающие покрытия, опознавательные знаки и надписи. Общие требования

УДК 625.8:006.86 ОКС 93.080.01

Ключевые слова: дорожные одежды, толщина, слой, геодезический метод, георадиолокационный метод, диэлектрическая проницаемость, керн, шурф, линейка

БЗ 9—2018/15

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 14.02.2019. Подписано в печать 04.03.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
www.jurisizdat.ru gost.e-ecolog.ru

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