

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«30» мая 2022 г.

МП АПМ 88-19

«ГСИ. Комплексы измерительные дорожные УДК.
Методика поверки»

г. Москва,
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки комплексов измерительных дорожных УДК (далее – комплексы), производства ООО «ДИЛ»,

Юридический адрес: 115093, г. Москва, Партийный переулок, д.1, корп.58, стр.3, комн.226;

Адрес места осуществления деятельности: Московская область, Солнечногорский район, д. Елино, Ленинградского шоссе, 34 км, стр. 15, пом.66;

Почтовый адрес: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64,

используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины (протяженности) участков автомобильных дорог, м	от 1 до 1000000
Границы допускаемой относительной погрешности измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений продольных уклонов покрытия автомобильных дорог, ‰	от -120 до +120
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений продольных уклонов покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), ‰	± 3
Диапазон измерений поперечных уклонов покрытия автомобильных дорог, ‰	от -120 до +120
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений поперечных уклонов покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), ‰	± 3
Диапазон измерений углов поворота автомобильных дорог, °	от -180 до +180
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов поворота автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), °	$\pm 1,0$
Диапазон измерений ординат продольного микропрофиля покрытия автомобильных дорог, мм	от 1 до 150
Границы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений ординат продольного микропрофиля покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), %	± 10
Диапазон измерений глубины колеи покрытия автомобильных дорог, мм	от 2 до 300
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины колеи покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), мм	± 1
Диапазон измерений коэффициента сцепления покрытия автомобильных дорог	от 0,1 до 0,8
Границы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений коэффициента сцепления покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), %	± 5
Диапазон измерений упругого прогиба покрытия автомобильных дорог, мм	от 0,1 до 3
Границы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений упругого прогиба покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67), %	± 5

1.2 Комплексы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр комплекса.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр комплекса, находящегося в эксплуатации, через межповерочный интервал.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 2-2021 - Государственный первичный эталон единицы длины - метра;

ГЭТ 22-2014 - Государственный первичный эталон единицы плоского угла;

ГЭТ 32-2011 - Государственный первичный эталон единицы силы.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

1.7 При проведении поверки по письменному заявлению владельца СИ допускается поверка отдельных измеряемых величин, с обязательной передачей в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки комплексов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	-	-	10
Определение относительной погрешности измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений продольных и поперечных уклонов покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов поворота автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.3

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений ординат продольного микропрофиля покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины колеи покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.5
Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений упругого прогиба покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.6
Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений коэффициента сцепления покрытия автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)	Да	Да	10.7
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25

3.2 Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться в диапазоне рабочих температур при отсутствии осадков и порывов ветра.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки комплекса достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Диапазон измерений длины от 0 до 50 м, класс точности 3 по ГОСТ 7502-98	Рулетка измерительная металлическая TS50/2 (рег. № 67910-17)
10.2	Диапазон измерений линейных размеров от 0 до 500 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров $\pm 0,1$ мм	Штангенциркуль ABSOLUTE DIGIMATIC серии 500 (рег. № 49805-12)
10.3	Диапазон измерений длины от 0 до 50 м, класс точности 3 по ГОСТ 7502-98	Рулетка измерительная металлическая TS50/2 (рег. № 67910-17)
10.4	Диапазон измерений превышений от 0 до 3000 мм, пределы допускаемой средней квадратической погрешности измерений превышений 0,5 мм на 1 км двойного хода	Нивелир Н-05 (рег. № 7212-79)
10.5	Диапазон измерений линейных размеров от 0 до 300 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров $\pm 0,1$ мм	Штангенциркуль ABSOLUTE DIGIMATIC серии 500 (рег. № 49805-12)
10.6	Диапазон измерений линейных размеров от 0 до 3 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров $\pm 0,01$ мм	Индикатор часового типа торговой марки "NORGAU" серии 042 042 (рег. № 63681-16)
10.7	Диапазон измерений силы от 0,1 до 3 кН, пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы $\pm 0,12\%$	Динамометр электронный ДМУ-5/1-0,5МГ4 (рег. № 49913-12)
Вспомогательные средства поверки		
8, 9, 10.1-10.7	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 0 до +40 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ °С	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д (рег.№ 46434-11)
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на комплекс и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки и «Правилам дорожного движения».

Требования к техническому состоянию автомобиля определяются эксплуатационной документацией. Запрещено включение комплекса при неисправной системе электрооборудования.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплекса следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида комплекса описанию типа средств измерений;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на комплекс;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, комплекс признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- комплекс и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех измерительных каналов.

Если перечисленные требования не выполняются, комплекс признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификацию программного обеспечения (далее - ПО) следует проводить по следующему алгоритму:

9.1 Включить компьютер с установленным ПО «ДИЦ МАДИ: Дорога»;

9.2 Запустить программу «ДИЦ МАДИ: Дорога»;

9.3 В заголовке открывшегося окна прочитать наименование и номер версии ПО «ДИЦ МАДИ: Дорога»;

ДИЦ МАДИ: Дорога. Версия 2.2

километраж 0 км 0.00 м Режим фиксации километража: Ручной		последний участок 0 м Следующий столб: 1	
прод. ускорение по колёсам 0.00 м/с ² прод. ускорение по акселерометру 0.00 м/с ² попер. ускорение по акселерометру 0.00 м/с ² радиус 0.00 м	Начало: 0 км 0 м Конец: 0 км 0 м Кривая: Радиус: 0 м		
0 0 0			
Продольный уклон: 0 ‰ Поперечный уклон: 0 ‰	Метка уклона: 0 км 0 м Метка уклона: 0 км 0 м		
Скорость по колёсам: 0.0 м/с Азимут: 0.0 °	Запуск (F9) Настройки (F2) Осцил. (F3)		

Определенные идентификационные данные ПО должны соответствовать следующим данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ДИЦ МАДИ: Дорога
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.2

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67)

Относительная погрешность измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67) определяется на контрольном участке автомобильной дороги протяженностью (1000 ± 1) м, длина которого измерена с помощью рулетки измерительной.

Комплексом следует выполнить не менее трех измерений километрового участка автомобильной дороги и вычислить относительную погрешность измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67).

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений продольных и поперечных уклонов автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и абсолютная погрешность измерений продольных и поперечных уклонов автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67) определяются с помощью поверочного приспособления, которое представляет собой набор плоскопараллельных брусков, толщины (высоты) которых определены штангенциркулем с погрешностью $\pm 0,1$ мм. Номиналы толщины (высоты) брусков должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Номинальные толщины (высоты) плоскопараллельных брусков для определения абсолютной погрешности измерений продольных и поперечных уклонов комплексом УДК на базе транспортного средства (ТС) Mercedes-Benz Sprinter.

Продольный уклон			Поперечный уклон		
Высота имитатора уклона, Н, мм	Базовая длина комплекса, L, мм	Задаваемый продольный уклон, ‰	Высота имитатора уклона, Н, мм	Базовая ширина комплекса, L, мм	Задаваемый поперечный уклон, ‰
450	3720	121,9	210	1738	121,7
360	3720	97,2	160	1738	92,5
280	3720	75,5	120	1738	69,2
160	3720	43,1	80	1738	46,1
40	3720	10,8	20	1738	11,5
0	3720	0,0	0	1738	0,0
40	3720	-10,8	20	1738	-11,5
160	3720	-43,1	80	1738	-46,1
280	3720	-75,5	120	1738	-69,2
360	3720	-97,2	160	1738	-92,5
450	3720	-121,9	210	1738	-121,7

При установке комплекса УДК на другое ТС, задаваемый уклон вычисляется с учетом базовой длины и ширины ТС по формуле:

$$Y = \frac{H}{\sqrt{B^2 - H^2}} * 1000, \text{ где}$$

Y – задаваемый уклон, ‰;

H – высота имитатора, мм;

B – Базовая длина (ширина) ТС, мм.

Последовательно вывешивая домкратом переднюю ось, заднюю ось, левую сторону, правую сторону комплекса, установить бруски под колеса и зафиксировать показания комплекса измеренного продольного и поперечного уклона. Следует выполнить не менее трех серий измерений и вычислить абсолютную погрешность измерений продольных и поперечных уклонов автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67).

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов поворота автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и абсолютная погрешность измерений углов поворота автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67) определяется на участках с контрольными значениями углов поворота (A_0), вычисляемые по формуле:

$$A_0 = \arcsin(L/2R_0) \cdot 360/\pi, \text{ где}$$

L - длина хорды участка кривой;

R_0 – контрольное значение радиусов кривых в плане,

которые определяются в следующей последовательности:

- На каждой кривой, в соответствии со схемой, приведенной на Рисунке 1, с помощью рулеток измерительных измерить длину хорды и высоту сегмента.

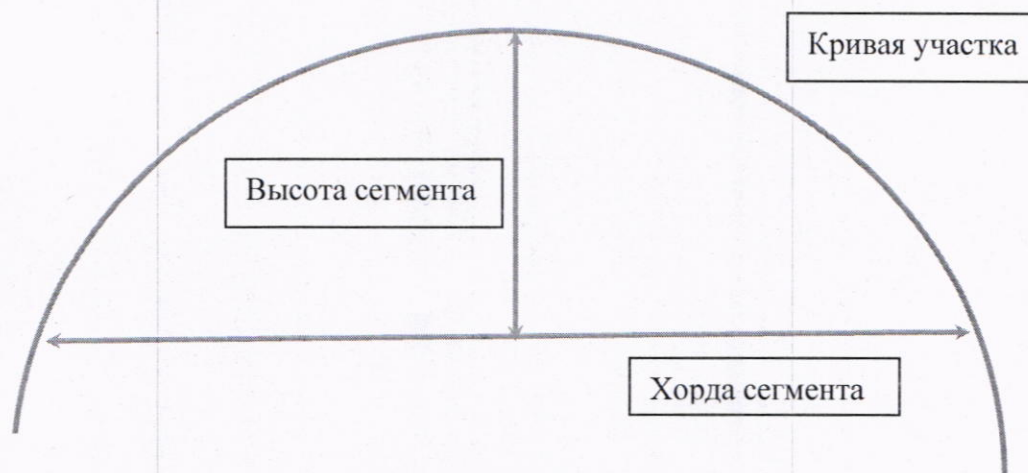


Рисунок 1 - Схема измерения радиуса кривой в плане

- Вычислить значение радиуса для каждой кривой по выражению

$$R = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + H^2}{2H}, \text{ где}$$

R - значение радиуса, м;

L - длина хорды участка радиуса, м;

H - высота сегмента участка радиуса, м.

Следует выбрать не менее 5 участков со значениями углов поворота, равномерно расположенных в диапазоне измерений, выполнить не менее трех измерений на каждом участке комплексом при движении в прямом и обратном направлениях и вычислить абсолютную погрешность измерений углов поворота автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67).

10.4 Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) определяется на участке с контрольными ординатами, полученными из результатов нивелирования зоны наката длиной не менее 500 м с шагом 0,25 м.

Массив полученных значений высотных отметок (ординат) образует контрольный микропрофиль участка автомобильной дороги.

Комплексом следует выполнить не менее трех измерений контрольного микропрофиля и вычислить приведенную к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67).

10.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины колеи дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и абсолютная погрешность измерений глубины колеи дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) определяются с помощью поверочного приспособления (имитатора глубины колеи), представляющего собой ступенчатое изделие, глубина ступенек которого находится в диапазоне измерений и определена штангенциркулем с погрешностью

$\pm 0,1$ мм. Имитатор глубины колеи следует установить в измерительной зоне комплекса, выполнить измерения глубины колеи не менее трех раз и вычислить абсолютную погрешность измерений глубины колеи дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67).

10.6 Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений упругого прогиба дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений упругого прогиба дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) определяется с помощью специального приспособления (имитатора упругого прогиба), схема которого приведена на рисунке 2.

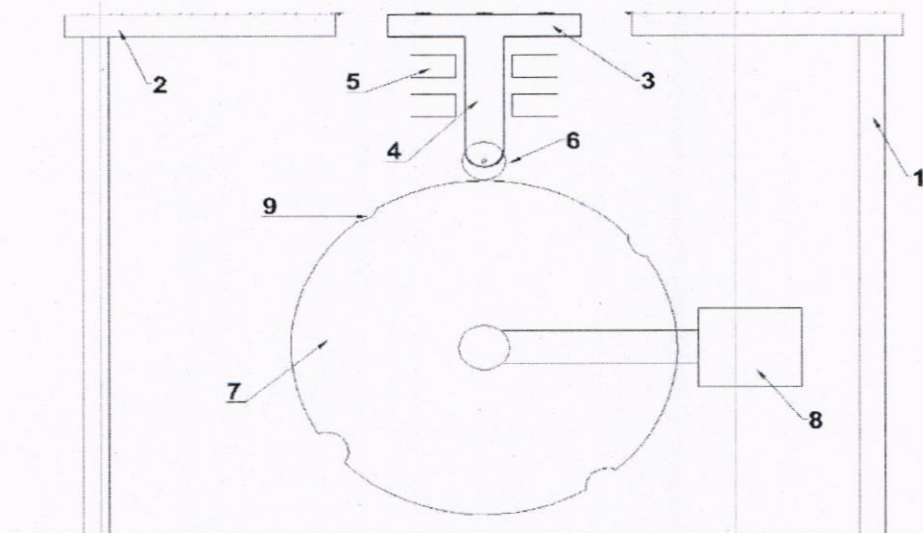


Рисунок 2 – Схема специального приспособления (имитатор упругого прогиба)

Специальное приспособление (имитатор упругого прогиба) состоит из корпуса 1, выполненного в виде металлического полого цилиндра, к верхнему торцу которого приварена крышка 2 с отверстием в середине. Приспособление имеет вертикально установленный толкатель, состоящий из тарелки 3, размещенной в отверстии крышки корпуса 2 заподлицо с её плоскостью, и стержня 4. Толкатель имеет свободу вертикальных перемещений в направляющих 5. В нижнем конце стержня толкателя установлен шариковый подшипник малого диаметра 6. Подшипник опирается на боковую поверхность диска 7, центральная плоскость которого совмещена с центральной плоскостью вращения подшипника толкателя. Диск находится в зацеплении с мотором-редуктором 8, который приводит его во вращение с заданной скоростью. На боковой поверхности диска нанесено четыре канавки (проточки) 9 различной глубины. При включении мотора-редуктора диск начинает вращаться, при этом подшипник толкателя катится по его боковой поверхности. В тот момент, когда подшипник попадает в канавку (проточку) диска, тарелка опускается на глубину канавки, при этом скорость вращения мотора редуктора и ширина канавок (проточек) подобраны таким образом, что продолжительность возвратно-поступательного движения совпадает с продолжительностью динамического воздействия комплекса УДК на дорожное покрытие. Глубины канавок (проточек) 0,1 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм охватывают весь диапазон измерений упругого прогиба дорожного покрытия. Фактическая глубина канавок (проточек) диска определяется при помощи индикатора часового типа, рисунок 3.

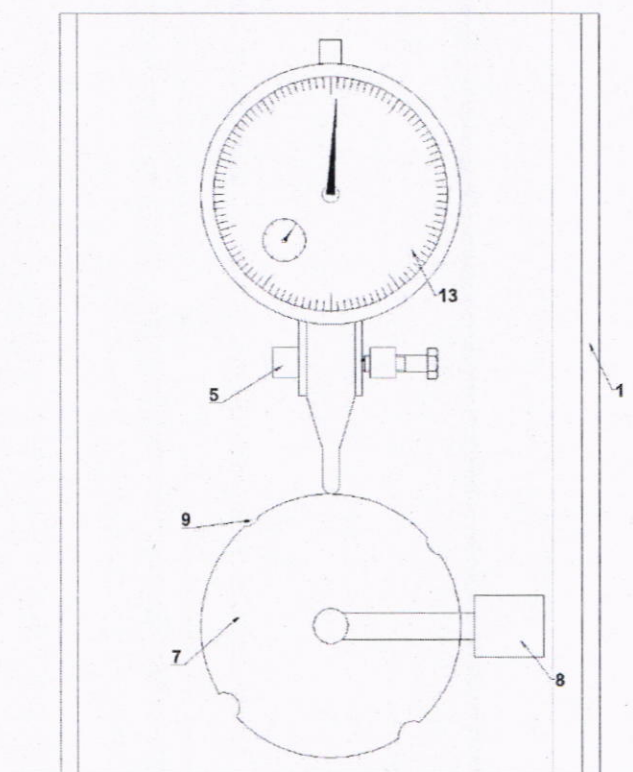


Рисунок 3 – Измерение глубины канавок (проточек)

В специальном приспособлении (имитатор упругого прогиба) состоящего из корпуса 1, в направляющих 5, вместо толкателя установить индикатор часового типа 13. Вращать диск 7 с помощью мотор-редуктора 8 и при опускании штока в канавку (проточку) 9 по максимальному показанию индикатора часового типа поочередно определить глубину имеющихся на диске канавок (проточек) и принять их за контрольное значение упругого прогиба имитатора.

Далее следует установить имитатор упругого прогиба под штамп измерителя упругого прогиба комплекса УДК так, чтобы при его опускании датчик ускорения оказался на тарелке имитатора. Включить имитатор, при этом должно быть слышно характерное постукивание, свидетельствующее о том, что диск с канавками (проточками) вращается, а тарелка испытывает возвратно-поступательное движение различной амплитуды. Измеритель упругого прогиба дорожного покрытия комплекса УДК регистрирует показания измерительного датчика и преобразует их в значения вертикальных перемещений.

Следует выполнить не менее 10 измерений упругого прогиба в каждой контрольной точке и вычислить приведенную к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений упругого прогиба дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67).

10.7 Определение диапазона и приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67)

Диапазон и приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) определяется в следующей последовательности:

10.7.1 Комплекс УДК должен быть установлен на площадке с твердым покрытием, заторможен стояночным тормозом, под передние и задние колеса подложены упоры, препятствующие его перемещению;

10.7.2 Согласно руководству по эксплуатации перевести измеритель коэффициента сцепления комплекса УДК из транспортного положения в рабочее и разместить под рабочим органом (имитатор автомобильной шины) специальное нагрузочное приспособление, конструкция которого показана на рисунке 4.

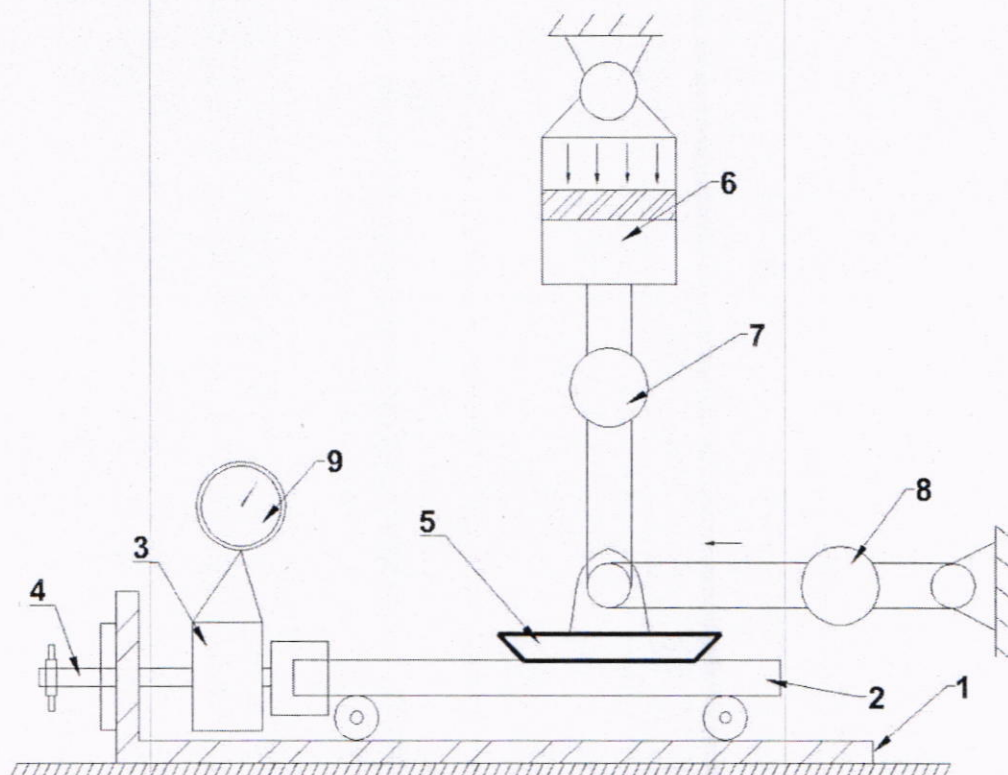


Рисунок 4 – Специальное нагрузочное приспособление

Приспособление состоит из неподвижной платформы, выполненной в виде гладкого металлического листа с упорным кронштейном 1 и подвижной платформы 2. Между неподвижной и подвижной платформами установлен динамометр сжатия 3. При этом его измерительная ось совпадает с продольной осью червячного винта упорного кронштейна 4, который при его вращении воздействует через центрирующий шарик на динамометр 3. Подвижная платформа снабжена подшипниками качения, на которых она без существенной потери на трение может перемещаться по неподвижной платформе 1. Приспособление устанавливается под рабочий орган (имитатор автомобильной шины) таким образом, чтобы продольная ось имитатора совпадала с измерительной осью динамометра. В пневмоцилиндр 6 комплекса УДК подается избыточное давление, возникающая при этом вертикальная сила через динамометрическую тягу вертикальной нагрузки 7 воздействует на рабочий орган (имитатор автомобильной шины) 5, препятствуя его перемещению по подвижной платформе 2. При закручивании червячного винта возникает продольная сила, которая контролируется индикатором 9 динамометра и измеряется продольной тензометрической тягой 8 комплекса УДК с ее регистрацией в управляющем компьютере.

10.7.3 Рассчитать значение продольной силы нагружения $F_{\text{прод}}$ для каждой точки коэффициента сцепления $K_{\text{сц}}$ с шагом 0,1 по формуле:

$$F_{\text{прод}} = K_{\text{сц}0} \cdot F_n, \text{ где}$$

$K_{\text{сц}0}$ - значения коэффициента сцепления в точках поверки по таблице 5;

F_n - нормальная вертикальная нагрузка (3,0 кН).

10.7.4 Занести полученные значения $F_{прод}$ в таблицу 5. Создать вертикальную нагрузку на рабочий орган (имитатор автомобильной шины) 3,0 кН.

10.7.5 Вращением червячного винта нагрузочного устройства последовательно нагрузить подвижную платформу продольной силой, соответствующей коэффициентам сцепления, в каждой точке нагружения. Результаты измерений занести в таблицу 6. Указанную операцию повторить не менее трех раз и вычислить приведенную к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67).

Таблица 6 – Результаты измерений

$F_{прод}, \text{кН}$ (при $F_n = 3,0 \text{ кН}$)	$K_{сц0}$	$K_{сц}$ 1-й цикл измерений	$K_{сц}$ 2-й цикл измерений	$K_{сц}$ 3-й цикл измерений
0,3	0,1			
0,6	0,2			
0,9	0,3			
1,2	0,4			
1,5	0,5			
1,8	0,6			
2,1	0,7			
2,4	0,8			

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Относительная погрешность измерений километровых участков автомобильных дорог (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по выражению:

$$\delta L = \left(\frac{\Delta L}{L_0} \right) \cdot 100\%, \text{ где}$$

ΔL – абсолютная погрешность измерения километрового участка (при доверительной вероятности 0,67), которая вычисляется по выражению:

$$\Delta L = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \right)^2}{n-1}}, \text{ где}$$

L_0 – значение километрового участка, измеренное рулеткой измерительной, м;

L_i – значение километрового участка, измеренное комплексом УДК i измерением, м;

n – число измерений километрового участка.

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Относительная погрешность измерений километровых участков автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67) не должна превышать $\pm 0,1 \%$.

11.2. Абсолютная погрешность измерений продольных и поперечных уклонов автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по выражению:

$$\Delta B = \left(\frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} - B_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(B_i - \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \right)^2}{n-1}}, \text{ где}$$

ΔB – абсолютная погрешность измерения углов наклона, ‰;

B_0 – контрольное значение углов наклона, задаваемое имитатором, ‰;
 B_i – измеренное значение угла наклона i измерением, ‰;
 n – число измерений углов наклона.

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Абсолютная погрешность измерений продольных и поперечных углов уклона (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне измерений ± 120 ‰ не должна превышать ± 3 ‰.

11.3 Абсолютная погрешность измерений углов поворота автомобильной дороги (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по выражению:

$$\Delta A = \left(\frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} - A_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(A_i - \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \right)^2}{n-1}}, \text{ где}$$

ΔA – абсолютная погрешность измерения угла поворота, °;
 A_0 – контрольное значение угла поворота, °;
 A_i – измеренное значение угла поворота i измерением, °;
 n – число измерений угла поворота.

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Абсолютная погрешность измерений углов поворота (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне измерений $\pm 180^\circ$ не должна превышать $\pm 1^\circ$.

11.4 Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по формуле:

$$\delta H = (\Delta H / D) \cdot 100\%, \text{ где}$$

ΔH – абсолютная погрешность измерения ординат продольного микропрофиля (при доверительной вероятности 0,67) комплексом УДК, определенная по выражению:

$$\Delta H = \left(\frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} - H_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(H_i - \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} \right)^2}{n-1}}, \text{ где}$$

ΔH – абсолютная погрешность измерения ординат продольного микропрофиля, мм;
 H_0 – контрольное значение ординат продольного микропрофиля, мм;
 H_i – измеренное значение ординаты продольного микропрофиля i измерением, мм;
 n – число измерений ординаты продольного микропрофиля;
 D – верхний предел диапазона измерений ординат продольного микропрофиля ($D=150$ мм).

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака приведенное к верхнему пределу диапазона измерений погрешности измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67).

Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений ординат продольного микропрофиля дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне от 1 до 150 мм не должна превышать $\pm 10\%$.

11.5 Абсолютная погрешность измерений глубины колеи дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по выражению:

$$\Delta\Gamma = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i}{n} - \Gamma_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Gamma_i - \frac{\sum_{i=1}^n \Gamma_i}{n})^2}{n-1}}, \text{ где}$$

$\Delta\Gamma$ – абсолютная погрешность измерения глубины колеи, мм;
 Γ_0 – контрольное значение глубины колеи, мм;
 Γ_i – измеренное значение глубины колеи i измерением, мм;
 n – число измерений глубины колеи.

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Абсолютная погрешность измерений глубины колеи (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне изменений от 2 до 300 мм не должна превышать ± 1 мм.

11.6 Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений упругого прогиба дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по формуле:

$$\delta Y = (\Delta Y / D) \cdot 100\%, \text{ где}$$

ΔY – абсолютная погрешность измерения упругого прогиба (при доверительной вероятности 0,67), определенная по выражению:

$$\Delta Y = \left(\frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - Y_0 \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n})^2}{n-1}}, \text{ где}$$

ΔY – абсолютная погрешность измерения упругого прогиба, мм;
 Y_0 – контрольное значение упругого прогиба измеренное на имитаторе с помощью индикатора часового типа, мм;
 Y_i – измеренное значение упругого прогиба комплексом УДК i измерением, мм;
 n – число измерений упругого прогиба;
 D – верхний предел диапазона измерений упругого прогиба ($D=3$ мм).

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений упругого прогиба дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне измерений от 0,1 до 3 мм не должна превышать $\pm 5\%$.

11.7 Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) вычисляется по формуле:

$$\delta = (\Delta K / 0,8) \cdot 100\%, \text{ где}$$

ΔK – абсолютная погрешность измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) определенная по выражению:

$$\Delta K = \left(\frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} - K_{\text{сцо}} \right) \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n})^2}{n-1}}, \text{ где}$$

ΔK – абсолютная погрешность измерений коэффициента сцепления;
 $K_{\text{сцо}}$ – контрольное значение коэффициента сцепления;
 K_i – измеренное значение коэффициента сцепления i измерением;
 n – число измерений.

За окончательный результат принять наибольшее значение по модулю с учетом знака.

Приведенная к верхнему пределу диапазона измерений погрешность измерений коэффициента сцепления дорожного покрытия (при доверительной вероятности 0,67) в диапазоне измерений от 0,1 до 0,8 не должна превышать $\pm 5\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7-11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки комплекс признается пригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, комплекс признается непригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 1 категории
ООО «Автопрогресс-М»



С.В. Вязовец