



А.А. Чижов
М.В. Савсюк

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

Екатеринбург
2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

А.А. Чижов
М.В. Савсюк

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

Учебно-методическое пособие
для выполнения практических работ
по дисциплине «Эксплуатация дорог» направления 270800.68 (08.03.01);
по дисциплинам «Строительство», «Транспортно-эксплуатационные
качества автомобильных дорог и городских улиц»,
190700.62 «Технология транспортных процессов»,
по профилю «Организация и безопасность движения».
Для студентов всех форм обучения
Предназначено для аспирантов очной и заочной форм обучения
по направлению 08.06.01 «Техника и технология строительства»

Екатеринбург
2015

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 2 от 9 октября 2014 года.

Рецензент – доцент, канд. техн. наук А.Ю. Шаров

Редактор К.В. Корнева
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

Подписано в печать 26.05.15		Поз. 2
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,63	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Оглавление

Введение	4
Работа № 1. Определение фактической категории существующей дороги.....	5
Работа № 2. Определение требуемой категории существующей дороги.....	8
Работа № 3. Измерение и оценка продольной ровности дорожного покрытия.....	10
Работа № 4. Измерение и оценка сцепных свойств дорожного покрытия.....	13
Работа № 5. Измерение и оценка колейности дорожного покрытия	16
Работа № 6. Определение параметров шероховатости дорожного покрытия.....	19
Работа № 7. Визуальная оценка состояния дорожной одежды.....	23
Список литературы.....	28

Введение

Техническая политика в области дорожного хозяйства в настоящее время направлена на создание дорог, обеспечивающих высокие скорости, удобство и безопасность дорожного движения. Рост уровня автомобилизации, изменение состава движения и все возрастающие требования потребителя к условиям движения на автомобильных дорогах – основные причины, требующие новых подходов к методам проектирования, ремонта, содержания и реконструкции автомобильных дорог.

При эксплуатации автомобильных дорог необходимо выявлять участки, не соответствующие требованиям обеспечения безопасности движения, и предусматривать мероприятия по повышению безопасности. Для решения этой проблемы проводится диагностика автомобильных дорог, а именно: обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях функционирования дорог и дорожных сооружений, о наличии дефектов и причин их появления, о характеристиках транспортных потоков и другом необходимом для оценки и прогноза состояния дорог и дорожных сооружений в процессе дальнейшей эксплуатации.

К данному учебно-методическому пособию приложен список литературы [1–10].

Работа № 1. Определение фактической категории существующей дороги

При оценке состояния и назначении работ по ремонту или реконструкции эксплуатируемых дорог во многих случаях возникает необходимость установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчетную, назначаемую при проектировании реконструкции.

Фактическую категорию существующей дороги на момент обследования и оценки состояния определяют путем сопоставления основных геометрических параметров с нормативными. К указанным параметрам относят ширину проезжей части (ширину основной укрепленной поверхности), продольные уклоны и радиусы кривых в плане.

В зависимости от рельефа местности эти параметры рассматривают как главные или дополнительные критерии при определении категории дороги (табл. 1). Рельеф местности устанавливают по проектной документации на дорогу.

Таблица 1

Критерии определения фактической категории дороги

Рельеф местности	Критерии определения фактической категории дороги		
	Ширина проезжей части или ширина основной укрепленной поверхности	Продольный уклон	Радиус кривых в плане
Равнинный	Главная	Дополнительный	Дополнительный
Пересеченный	Главная	Главный	Дополнительный
Горный	Главная	Главный	Главный

На одной дороге могут быть выделены участки различных категорий, отличающиеся по основным параметрам, протяженностью не менее 3 км на перегонах и 1 км на подходах к городам. При меньшей протяженности таких участков их категорию принимают такой же, как на основном протяжении дороги.

Главным геометрическим параметром для установления фактической категории дороги во всех случаях является фактическая ширина проезжей части. На дорогах или участках дорог значительной протяженности, где при строительстве, реконструкции или ремонте устроены краевые укрепительные полосы, имеющие однотипное покрытие с проезжей частью, таким параметром служит ширина основной укрепленной поверхности, включающая в себя ширину проезжей части и краевых укрепительных полос.

К дорогам категории I-A относят дороги, имеющие несколько отдельных проезжих частей (каждая по две и более полосы движения),

с разделительными полосами, в т.ч. с разметкой или разделительными барьерами между ними, и пересечения в разных уровнях с другими автомобильными или железными дорогами.

К дорогам категории I-Б относят дороги, имеющие две отдельные проезжие части (каждая по две и более полосы движения), с разделительной полосой, в т.ч. с разметкой или разделительным барьером безопасности между ними.

Фактические категории других дорог по ширине проезжей части или по ширине основной укрепленной поверхности принимают в зависимости от их фактических размеров (табл. 2).

Таблица 2

Фактические категории дорог

Фактическая категория дороги	V	IV	III	II
Фактическая ширина проезжей части, м	До 4,8	5,8–6,8	6,9–7,4	Более 7,4
Фактическая ширина основной укрепленной поверхности, м	До 5,6	7,0–8,0	8,1–9,0	Более 9,0

Примечание. При определении фактической категории дороги не учитывают участки с дополнительной полосой проезжей части на затяжных подъемах, на пересечениях и примыканиях, на автобусных остановках и площадках отдыха, обустроенных переходно-скоростными полосами.

В пересеченной местности фактическую категорию существующей дороги определяют по двум главным параметрам: ширине проезжей части и продольному уклону (табл. 3).

Таблица 3

Фактические категории дорог в пересеченной местности

Фактическая категория дороги	I-A	I-Б, II	III	IV	V
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90

В горной местности фактическую категорию дороги определяют по соответствию нормативным требованиям ширины проезжей части, продольных уклонов и радиусов кривых в плане (табл. 4).

Таблица 4

Фактические категории дорог в горной местности

Фактическая категория дороги	I-A	I-Б, II	III	IV	V
Максимальный продольный уклон, ‰	40	50	60	70	90
Минимальный радиус кривых в плане, м	250	125	100	60	30

При определении фактической категории дороги в пересеченной и горной местностях допускается не учитывать наличие отдельных участков с продольными уклонами больше или с радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части.

Общая протяженность указанных участков не должна превышать 10 % всей протяженности дороги. При большей протяженности таких участков с продольными уклонами больше или радиусами кривых в плане меньше нормативных для категории дороги, установленной по ширине проезжей части, последняя понижается на одну категорию (табл. 5).

Таблица 5

Ведомость ширины проезжей части, типа покрытия, краевых и укрепленных полос и основной укрепительной полосы

Адрес начала микроучастка, км	Ширина проезжей части, м	Тип покрытия	Ширина краевых укрепленных полос, м		Ширина основной укрепительной поверхности, м
			слева	справа	

В случае когда проезжая часть и краевые полосы или проезжая часть и укрепленные обочины имеют один тип покрытия, и между этими элементами нет четко видимых различий, ширину краевых укрепленных обочин условно принимают по формуле:

$$a_y = \frac{B_1 - B_n}{2},$$

где a_y – ширина краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, имеющая одинаковый с проезжей частью тип покрытия, м;

B_1 – общая ширина укрепленной поверхности, имеющая один тип покрытия;

B_n – ширина проезжей части, соответствующая данной категории дороги, определенной в зависимости от ширины основной укрепленной поверхности, м.

Работа № 2. Определение требуемой категории существующей дороги

Требуемую категорию дороги на момент обследования определяют на основании данных о фактической годовой среднесуточной интенсивности движения, полученной в год обследования. Допускается с целью определения требуемой категории дороги использовать данные об интенсивности движения за предыдущий год.

В случае когда фактическая среднегодовая интенсивность движения превышает расчетную для данной категории дороги по СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85», принимают решение о необходимости реконструкции существующей дороги с переводом ее в более высокую категорию.

Рекомендуемую при реконструкции категорию дороги определяют проектные организации на основании данных о перспективной интенсивности движения, полученных путем прогноза и технико-экономических расчетов.

Фактическую годовую среднесуточную интенсивность движения определяют в соответствии с рекомендациями ОДМ 218.4.005-2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах».

На эксплуатируемых дорогах часовая интенсивность определяется непосредственными наблюдениями или по результатам автоматического учета движения.

Интенсивность движения изменяется в течение суток, по дням недели, по месяцам. Каждое из этих изменений характеризуется своим коэффициентом неравномерности движения, определяемым как отношение часового объема движения к суточному (k_t), суточного объема к объему за неделю (k_n), месячного объема движения к годовому (k_z) (табл. 6).

Суточная среднегодовая интенсивность (авт./сут) определяется через часовую интенсивность (авт./ч):

$$N_{\text{сут}} = \frac{4N_{\text{ч}}}{k_t k_n k_z 365}.$$

При отсутствии данных учета движения на соответствующих дорогах или проектировании новых дорог часовая интенсивность движения может быть рассчитана по формуле:

$$N_t = \frac{365N_{\text{сут}}k_t k_n k_z}{4}.$$

При определении расчетной интенсивности по прогнозным данным коэффициенты приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю следует принимать по таблице 7 [2].

Расчетную интенсивность движения следует принимать суммарно в обоих направлениях на основе данных экономических изысканий. При этом за расчетную надлежит принимать среднегодовую суточную приведенную к легковому автомобилю интенсивность движения за последний год перспективного периода.

В случаях когда среднемесячная суточная интенсивность наиболее напряженного в году месяца более чем в 2 раза превышает установленную на основе экономических изысканий или расчетов среднегодовую суточную, последнюю для назначения категории дороги следует увеличивать в 1,5 раза.

Работа № 3. Измерение и оценка продольной ровности дорожного покрытия

Измерение продольной ровности дорожного покрытия производится с помощью рейки с клиновым промерником (согласно ГОСТу 30412-96 «Методы измерений неровностей оснований и покрытий»).

Требования к рейке и клиновому промернику:

1. Длина рейки должна быть 3000 ± 2 мм.
2. Прогиб рейки от собственного веса в середине пролета длиной 2900 мм не должен превышать 0,4 мм.
3. Ширина опорной грани рейки должна быть 50 ± 2 мм.
4. Отклонение опорной грани рейки от плоскостности не должно превышать 0,2 мм; допускается вместо отклонения от плоскостности измерять отклонение от прямолинейности продольного профиля поверхности опорной грани рейки, которое не должно превышать 0,2 мм.
5. Отклонение боковой грани рейки от прямолинейности не должно превышать 10 мм по всей длине рейки.
6. На боковых гранях рейки должно быть пять меток, указывающих места измерений просветов под рейкой; шаг меток – 500 ± 2 мм; расстояние от крайних меток до торцов рейки – 500 ± 2 мм.
7. Клиновой промерник должен иметь две плоские грани шириной $50 \pm 0,5$ мм; угол между поверхностями граней должен быть в пределах $5^\circ 45' \pm 5'$.
8. Одна из граней клинового промерника должна иметь поперечные риски; шаг риска – $10 \pm 0,1$ мм; риски должны иметь цифровые обозначения от 1 до 15.
9. Рейка и клиновой промерник должны быть аттестованы.

Подготовка к измерениям:

1. Длину участка измерений следует принимать в пределах 300–400 м.

2. Суммарная длина участков измерений должна составлять не менее 10 % длины контролируемого покрытия (основания) в одnorядном исчислении.

3. Поверхность участка измерений должна быть чистой.

Проведение измерений:

1. Измерение на дорогах и улицах следует проводить прикладывая рейку к поверхности основания (покрытия) на расстоянии 0,5–1,0 м от каждой кромки покрытия или края полосы движения; а на аэродромах – по оси ряда (полосы).

Примечание: при многополосной проезжей части дороги рейку следует прикладывать на расстоянии 0,3–1,0 м от границы каждой полосы движения.

2. При каждом приложении рейки следует измерять величину пяти просветов под рейкой в местах, соответствующих меткам на боковых гранях рейки.

3. Места приложения рейки должны быть равномерно расположены по длине участка измерений.

4. Общее число измерений просветов под рейкой на участке измерений должно быть не менее 120.

5. Результаты измерений заносят в табл. 8.

Таблица 8

Результаты измерения ровности дорожного покрытия

№	Просвет под рейкой в местах измерения, мм				
	1	2	3	4	5

Обработка данных и представление результатов измерений

Общее число измерений следует принять за 100 % и определить число просветов под рейкой, превышающих максимально допустимую величину, установленную СНиПом 3.06.03-85 (СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги») (табл. 9) и СНиПом 32-03-96. Сравнить со значениями ГОСТа 50597-93 (табл. 10).

Величины просветов, полученные при измерениях на вертикальных кривых, следует корректировать, используя данные, приведенные в приложении А ГОСТа 30412-96.

Состояние покрытия проезжей части автомобильных дорог по продольной ровности оценивают путем сравнения фактических показателей ровности с предельно допустимыми. Дорожное покрытие удовлетворяет требуемым условиям эксплуатации по ровности, если величина фактического показателя ровности меньше предельно допустимого значения или равна этому значению (табл. 10).

Таблица 9

Параметры, используемые при оценке качества
строительно-монтажных работ, и условия их оценки [5]

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Значения нормативных требований
Ровность (просвет под рейкой длиной 3 м): 1. Основания и покрытия асфальтобетонные, монолитные, цементобетонные и из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими веществами. 2. Все остальные виды покрытий и оснований	Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов до 6 мм, остальные – до 3 мм. Не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов до 15 мм, остальные до 7 мм

Таблица 10

Предельно допустимые показатели продольной ровности [7]

Группа дорог и улиц по их транспортно-эксплуатационным характеристикам	Состояние покрытия по ровности	
	Показатель ровности по прибору ПКРС-2, см/км, не более	Число просветов под 3-метровой рейкой, %, не более
А	660	7
Б	860	9
В	1200	14

Примечание. Число просветов подсчитывают по значениям, превышающим указанные в СНиПе 3.06.03-85.

Автомобильные дороги, дороги и улицы городов и других населенных пунктов по их транспортно-эксплуатационным характеристикам объединены в три группы (ГОСТ 50597-93) [7]:

1) группа А – автомобильные дороги с интенсивностью движения более 3000 авт./сут; в городах и населенных пунктах – магистральные дороги скоростного движения, магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения;

2) группа Б – автомобильные дороги с интенсивностью движения от 1000 до 3000 авт./сут; в городах и населенных пунктах – магистральные дороги регулируемого движения, магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения и районного значения;

3) группа В – автомобильные дороги с интенсивностью движения менее 1000 авт./сут; в городах и населенных пунктах – улицы и дороги местного значения.

Работа № 4. Измерение и оценка сцепных свойств дорожного покрытия

В качестве испытательного оборудования следует использовать автомобильную установку типа ПКРС-2, состоящую из автомобиля, прицепного одноколесного прибора, оборудованного датчиками ровности и коэффициента сцепления, а также установленных в автомобиле системы увлажнения покрытия, системы управления и регистрации.

При отсутствии ПКРС-2У допускается определять показатель сцепных свойств покрытия портативным прибором ППК-2 (МАДИ-ВНИИБД).

Прибор ППК-2 (рис. 1) служит для определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием с любой текстурой поверхности (мелко-, средне- и крупношероховатой) и обеспечивает достаточную для практических целей точность измерения.

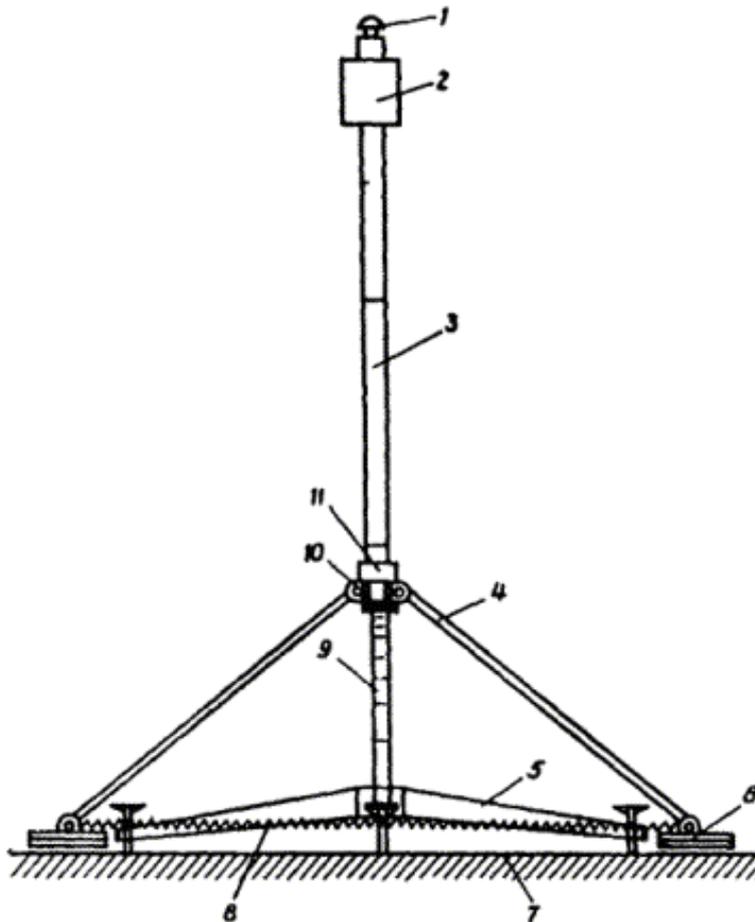


Рис. 1. Схема прибора ППК-2:

- 1 – кнопка механизма сброса груза; 2 – груз; 3 – штанга; 4 – привод имитатора;
- 5 – подставка; 6 – имитатор; 7 – дорожное покрытие; 8 – прижимная пружина;
- 9 – шкала коэффициента сцепления; 10 – измерительное кольцо;
- 11 – муфта скольжения

Штанга 3 является несущим элементом прибора и состоит из трех труб, внутри которых располагается центральная пружина – измерительное силовое звено прибора.

Муфта скольжения 11 служит для восприятия удара падающего груза 2 и передачи механического импульса резиновым имитаторам 6.

Приводы имитаторов 4 состоят из трубы и шарниров, с помощью которых труба соединена с муфтой скольжения 11 и имитаторами 6.

Груз 2 общей массой 9 кг при работе прибора перемещается по наружной поверхности трубы на подшипниках скольжения. Груз удерживается в исходном положении и в нужный момент сбрасывается с помощью механизма сброса груза 1, который монтируется в верхней трубе штанги.

Подставка прибора 5 служит для установки прибора на дорожном покрытии в вертикальном положении и состоит из трех лап, которые крепятся кронштейном к нижнему концу штанги.

Проведение измерений

Перед началом работ прибор собирают и с помощью установочных винтов подставки устанавливают на дорожное покрытие таким образом, чтобы нижняя плоскость резиновых имитаторов находилась на расстоянии 10 ± 2 мм от поверхности покрытия. Измерительное кольцо 10 переводят в верхнее положение. Для измерения коэффициента сцепления дорожное покрытие увлажняют непосредственно под имитаторами и в направлении их скольжения. Размер полосы увлажнения при этом не должен быть менее 15×30 см. Для этого достаточно израсходовать $100\text{--}150$ см³ воды. Сразу после увлажнения покрытия нажимают на кнопку сброса груза и производят измерение коэффициента сцепления по специальной шкале 9.

Получаемое на одном и том же месте значение коэффициента сцепления несколько меняется при повторении измерений. Это явление объясняется изменением вязкости водной пленки, находящейся на покрытии. В том случае, когда измерения проводятся на предварительно промытом дорожном покрытии, эти изменения незначительны. Для получения устойчивых значений коэффициента сцепления достаточно произвести от трех до пяти измерений.

Сцепные качества покрытия оцениваются коэффициентом продольного сцепления, измеренным на увлажненном покрытии при расчетной температуре воздуха 20°C . Увлажнение дорожного покрытия осуществляется с помощью автономной системы искусственного увлажнения. Не допускается производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2–3-х ч после него.

При измерениях коэффициента сцепления фиксируют температуру воздуха. Полученные значения коэффициента сцепления приводят к расчетной температуре 20°C путем их суммирования с поправками, указанными в табл. 11.

Таблица 11

Поправочные коэффициенты

Температура воздуха в момент измерений, °С	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Поправка к измеренному коэффициенту сцепления	-0,06	-0,04	-0,03	-0,02	0	0,01	0,01	0,02	0,02

Если на участках измерения известна величина уклона, то для определения коэффициента сцепления величину поправки следует вычесть из средней величины коэффициента сцепления на уклоне (табл. 12).

Таблица 12

Поправочные коэффициенты

Величина уклона, ‰	30–40	50–70	80–100
Поправка к измеренному коэффициенту сцепления	-0,01	-0,02	-0,03

Величина уклона

$$i = \sqrt{i_{np}^2 + i_{non}^2},$$

где i_{np} – уклон продольный;
 i_{non} – уклон поперечный.

Обработка данных и представление результатов измерений.

Состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивают путем сравнения фактической величины коэффициента продольного сцепления с его предельно допустимой величиной (табл. 13). Дорожное покрытие удовлетворяет требованиям эксплуатации, если фактическая величина коэффициента сцепления больше предельно допустимой величины или равна ей.

Ведомость измерения коэффициента сцепления

Объект _____

ПК/ Номер измере- ния	Полоса движения	Значения коэффициента сцепления			
		φ_1	φ_2	φ_3	Среднее φ_{cp}
Поправочный коэффициент на температуру воздуха $t = \underline{\hspace{2cm}}$ °С; $\Delta\varphi_t = \underline{\hspace{2cm}}$. Поправочный коэффициент на тарировку прибора $\Delta\varphi_{тар} = \underline{\hspace{2cm}}$. Поправочный коэффициент на величину уклона $i_{np} = \underline{\hspace{2cm}} \text{‰}$; $i_{non} = \underline{\hspace{2cm}} \text{‰}$; $\Delta\varphi_i = \underline{\hspace{2cm}}$					
Истинное значение коэффициента сцепления $\varphi_{ист} =$					

Среднее значение коэффициента сцепления на участке определяется как среднее арифметическое.

Истинное значение коэффициента сцепления на участке (с учетом поправок)

$$\varphi_{ист} = \varphi_{cp} \pm \Delta\varphi_t \pm \Delta\varphi_{тар} - \Delta\varphi_i.$$

Предельно допустимая величина коэффициента сцепления установлена ГОСТом Р 50597-93 и составляет 0,3 при измерении шиной без рисунка протектора и 0,4 при измерении шиной, имеющей рисунок протектора.

Работа № 5. Измерение и оценка колеечности дорожного покрытия

Измерения параметров колеи в процессе диагностики по упрощенному варианту с помощью 2-метровой рейки и измерительного щупа [9].

Измерения производят по правой внешней полосе наката в прямом и обратном направлении на участках, где при визуальном осмотре установлено наличие колеи.

Количество створов измерений и расстояния между створами принимают в зависимости от длины самостоятельного и измерительного участков. Самостоятельным считается участок, на котором по визуальной оценке параметры колеи примерно одинаковы. Протяженность такого участка может колебаться от 20 м до нескольких километров. Самостоятельный участок разбивается на измерительные участки длиной по 100 м каждый.

Если общая длина самостоятельного участка не равна целому количеству измерительных участков по 100 м каждый, выделяется дополнительный укороченный измерительный участок. Также назначается укороченный измерительный участок, если длина всего самостоятельного участка меньше 100 м.

На каждом измерительном участке выделяются 5 створов измерения на равном расстоянии один от другого (на 100-метровом участке через каждые 20 м), которым присваиваются номера от 1 до 5. При этом последний створ предыдущего измерительного участка становится первым створом последующего и имеет номер 5/1.

Укороченный измерительный участок также разбивается на 5 створов, расположенных на равном расстоянии один от другого.

Рейку укладывают на выпоры внешней колеи и берут один отсчет h_k в точке, соответствующей наибольшему углублению колеи в каждом створе, при помощи измерительного щупа, устанавливаемого вертикально (с точностью до 1 мм). При отсутствии выпоров рейку укладывают на проезжую часть таким образом, чтобы перекрыть измеряемую колею.

Если в створе измерения имеется дефект покрытия (выбоина, трещина и т.п.), створ измерения может быть перемещен вперед или назад на расстояние до 0,5 м, чтобы исключить влияние данного дефекта на считываемый параметр.

Измеренная в каждом створе глубина колеи записывается в ведомость, форма которой с примером заполнения приведена в табл. 14.

Таблица 14

Ведомость измерения глубины колеи

Участок дороги _____ Направление _____
 Номер полосы _____
 Положение начала участка _____
 Положение конца участка _____
 Дата измерения _____

Номер самостоятельного участка	Привязка к километражу и протяженность	Длина измерительного участка l , м	Глубина колеи по створам		Расчетная глубина колеи $h_{кн}$, мм	Средняя расчетная глубина колеи $h_{кс}$, мм
			Номер створа	Глубина колеи, h_k , мм		

По каждому измерительному участку определяют расчетную глубину колеи. Для этого анализируют результаты измерений в 5 створах измерительного участка, отбрасывают самую большую величину, а следующую за ней величину глубины колеи в убывающем ряде принимают за расчетную на данном измерительном участке ($h_{кн}$).

Расчетную глубину колеи для самостоятельного участка определяют как среднеарифметическую из всех значений расчетной глубины колеи на измерительных участках, мм:

$$h_{кс} = \frac{\sum_{1}^n h_{кн}}{n}.$$

Оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи $h_{кс}$ с допустимыми и предельно допустимыми значениями (табл. 15).

Таблица 15

Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, измеренным по упрощенной методике

Расчетная скорость движения, км/ч	Глубина колеи, мм	
	допустимая	предельно допустимая
>120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
60 и меньше	30	35

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

Количество створов измерений и расстояния между створами назначают в зависимости от длины оцениваемого участка с учетом требуемой точности и надежности измерения [9].

**Работа № 6. Определение параметров шероховатости
дорожного покрытия**

Для определения параметров макрошероховатости (средней высоты выступов R_z и средней глубины впадин H_{cp}) пользуются методом «песчаного пятна». Для выполнения измерений необходимы: штампы для распределения песка, мерная емкость объемом не менее 200 см^3 , мерная линейка длиной 30 см, щетка-счетка, природный песок в воздушно-сухом состоянии, гипс или быстротвердеющий цемент, вода.

Проведение измерений

На поверхность высыпают определенный объем песка ($200\text{--}250 \text{ см}^3$) и с помощью штампа равномерно распределяют его вровень с поверхностью выступов шероховатости, придавая песчаному пятну форму круга (прямоугольника или квадрата). Зная объем песка V_n и занятую им площадь S_3 , определяют среднюю глубину впадин:

$$H_{cp} = V_n / S_3.$$

Для определения средней высоты выступов R_z вначале устанавливают среднюю приведенную высоту выступов шероховатости R_{cp} . Для этого оконтуривают поверхность, занятую песком, удаляют его из впадин шероховатости с помощью щетки и смазывают очищенную поверхность покрытия техническим глицерином. Затем снимают слепок с поверхности покрытия. При этом изготавливают жидкое тесто из гипса, быстротвердеющего цемента или другого аналогичного материала (консистенция по растеканию 4–16 см при определении на вискозиметре «Суттарда»; ориентировочное соотношение гипса и воды 3:1). Жидкое тесто распределяют по исследуемой поверхности покрытия слоем 1,0–1,5 см. Через 5–7 мин слепок отделяют от покрытия и выдерживают 10–15 мин до затвердения. После этого определяют объем впадин шероховатости (численно равный объему выступов шероховатости покрытия) с помощью метода «песчаного пятна» и рассчитывают V_6 :

$$R_{cp} = \frac{V_6}{S_3}.$$

Средняя высота выступов шероховатости

$$R_z = H_{cp} + R_{cp}.$$

Качество шероховатой поверхности оценивается коэффициентами вариации глубины неровностей макрошероховатости и равномерности распределения щебня. Коэффициент вариации глубины неровностей

$$C_n = \frac{\sigma_n}{H_{cp}},$$

где σ_n – среднеквадратичное отклонение глубины отдельных впадин макрошероховатости.

В свою очередь

$$\sigma_n = \sqrt{\sum_1^n \frac{(H_i - H_{cp})^2}{n-1}},$$

где H_i – глубина неровностей в измеренных впадинах;

n – число измерений (табл. 16).

Таблица 16

Число измерений при глубине неровностей макрошероховатости

Длина участка, м	Число измерений при глубине неровностей макрошероховатости, мм		
	0,3–2,0	2,1–3,0	более 3
Поверхностная обработка			
1,0	1	2	3
50,0	3	6	10
1000,0	18	36	60
Втапливание щебня			
1,0	1	2	3
50,0	3	3	5
1000,0	9	18	30

Коэффициент C_n не должен превышать 0,15 (для отличной оценки качества).

Равномерность распределения щебня по поверхности покрытия определяют с помощью прямоугольной рамки размера 0,10 × 0,20 м, в пределах которой подсчитывают количество зерен щебня. Измерения повторяют 10 раз на участке длиной 1000 м. По результатам измерений определяют среднее число зерен щебня m в пределах площади, ограниченной рамкой, и среднеквадратичное отклонение результатов отдельных измерений от среднего σ_m (по аналогии с σ_n). Коэффициент вариации определяют по формуле:

$$C_m = \frac{\sigma_m}{m}.$$

Он не должен превышать 0,15 (для отличной оценки качества).

Методика определения средней глубины впадин шероховатой поверхностной обработки методом «песчаного пятна»

Настоящая методика позволяет определить среднюю глубину впадин поверхности новых и эксплуатируемых автомобильных дорог, а также на покрытиях с шероховатой поверхностной обработкой.

Измерение заключается в том, чтобы на покрытии дороги с шероховатой поверхностной обработкой распределить заданный объем песка и по полученным размерам песчаного пятна определить глубину впадин шероховатой поверхности [10].

Материалы для измерений

Песок, гладкий и округлый, прошедший при просеивании через сито с отверстием 0,315 мм.

Оборудование и приспособления

Для проведения измерения необходимы следующие инструменты:

- металлическая линейка длиной не менее 30 см;
- щетка-сметка;
- мерная емкость с внутренним объемом от 200 до 250 см³;
- штамп для распределения песка (рис. 2). Штамп выполнен в форме плоского диска диаметром 65 мм. К нижней части штампа приклеена резиновая прокладка толщиной 2,0 мм.

Подготовка к измерению

Для проведения измерений выбирают места, наиболее характерные для этого участка дороги. При этом поверхность места измерения должна быть чистой и сухой, без «свободных» частиц щебня. Место измерения огораживают заборчиками с предупреждающими знаками.

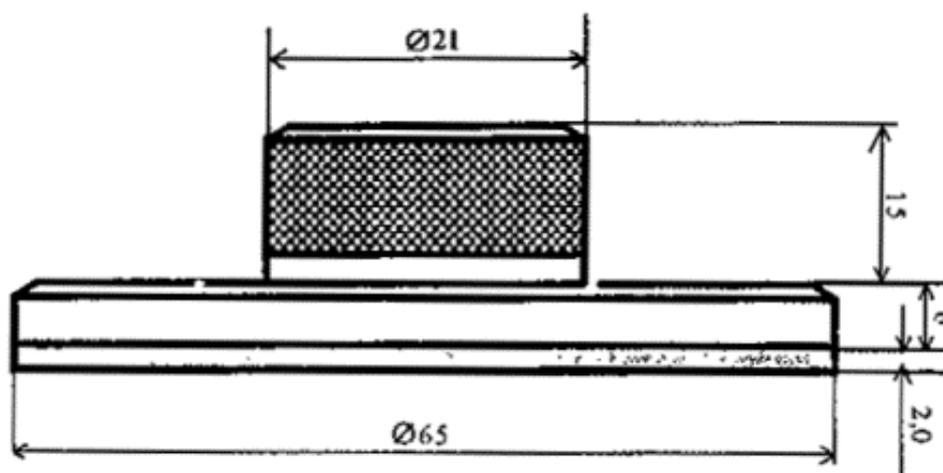


Рис. 2. Штамп (размеры в мм)

Проведение измерения

Шероховатость дорожных покрытий следует измерять на каждой полосе движения по полосе наката в количестве 5 измерений на 1000 м.

Измерения необходимо выполнять в следующей последовательности:

- 1) очистить щеткой-сметкой поверхность;
- 2) заполнить песком емкость, слегка ударить по дну емкости для осадки песка и дополнить емкость песком;
- 3) высыпать песок горкой на поверхность покрытия, по крайней полосе наката;
- 4) распространить песок по поверхности круговыми движениями штампа до касания нижней частью штампа выступов поверхности и заполнения песком впадин;
- 5) измерить диаметр круга, получившегося в результате распределения (не менее 4-х значений);
- 6) полученные результаты занести в ведомость;
- 7) в этом же месте повторить измерение еще дважды.

Обработка полученных результатов

Определить средний диаметр песчаного пятна по формуле:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^i d_j}{i},$$

где d_{cp} – среднее значение диаметра круга, мм;

i – количество измерений пятна, шт;

j – номер измерения;

d_j – измеренные значения диаметра круга, мм.

Определить площадь круга (песчаного пятна) по формуле:

$$S_n = \frac{\pi d_{cp}^2}{4},$$

где S_n – площадь круга, мм²;

$\pi = 3,14$;

d_{cp} – среднее значение диаметра круга, мм.

Определить глубину впадин шероховатой поверхности по формуле:

$$H_{cpj} = \frac{1000V_n}{S_n},$$

где H_{cpj} – глубина впадин шероховатой поверхности j -го измерения, мм;

1000 – переводной коэффициент из см³ в мм³;

V_n – объем песка, высыпанного на поверхность, см³; равен от 200 до 250 см³;

S_n – площадь круга, мм².

Среднюю глубину впадин шероховатой поверхности определяют по формуле:

$$H_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^i H_{cpj}}{i},$$

где H_{cp} – средняя глубина впадин шероховатой поверхности участка, мм;

i – количество измерений, шт.;

H_{cpj} – глубина впадин шероховатой поверхности j -го измерения, мм.

Полученные результаты занести в таблицу 17.

Таблица 17

Результаты измерения шероховатости поверхности
методом «песчаного пятна»

№	d_1	d_2	d_3	d_4	d_{cpj}	S_{nj}	H_{cpj}

Полученную глубину впадин шероховатости поверхности сопоставляют с минимально допустимыми значениями по СНиПу 3.06.03-85 и СНиПу 2.05.02-85.

Работа № 7. Визуальная оценка состояния дорожной одежды

Визуальная оценка состояния дорожного покрытия позволяет получить данные о его состоянии, выявить места, подлежащие оценке прочности дорожной одежды, определить объем повреждений, необходимый для планирования работ по ремонту и содержанию, а также установить значение показателя ρ для вычисления величины K_{pc8} .

Визуальную оценку рекомендуется проводить в весенний период после того, как дорога освободилась от снега. Для визуальной оценки фиксируются все дефекты поверхности проезжей части (табл. 18), перечень и характеристики которых приведены в табл. 19.

Таблица 18

Дефектная ведомость состояния дорожной одежды

(Наименование автомобильной дороги, участка)

Протяженность _____ км, _____ значения
(Федер., территор., мест.)

Категория дороги _____; тип покрытия _____

Адрес дефекта, км	Вид дефекта

Таблица 19

Значение показателя ρ ,
учитывающего состояние покрытия и прочность дорожной одежды

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя ρ при типе дорожных одежд		
		Усовершенствованные капитальные	Усовершенствованные облегченные	Переходные
Без дефектов и поперечные одиночные трещины на расстоянии более 40 м (для переходных покрытий – отсутствие дефектов)	5,0	1,0	1,0	1,0
Поперечные одиночные трещины (для переходных покрытий – отдельные выбоины) на расстоянии 20–40 м между трещинами	4,8–5,0	0,95–1,0	1,0	0,9–1,0
То же на расстоянии 10–20 м	4,5–4,8	0,90–0,95	0,95–1,0	0,80–0,90
Поперечные редкие трещины (для переходных покрытий – выбоины) на расстоянии 8–10 м	4,0–4,5	0,85–0,90	0,90–0,95	0,70–0,80
То же, 6–8 м	3,8–4,0 (3,0–4,0) ¹	0,80–0,85	0,85–0,90	0,55–0,70
То же, 4–6 м	3,5–3,8 (2,0–3,0) ¹	0,78–0,80	0,83–0,85	0,42–0,55
Поперечные частые трещины на расстоянии между соседними трещинами 3–4 м	3,0–3,5	0,75–0,78	0,80–0,83	–
То же, 2–3 м	2,8–3,0	0,70–0,75	0,75–0,80	–
То же, 1–2 м	2,5–2,8	0,65–0,70	0,70–0,75	–
Продольная центральная трещина	4,5	0,90	0,95	–
Продольные боковые трещины	3,5	0,90	0,85	–
Одиночная сетка трещин на площади до 10 м ² с крупными ячейками (сторона ячейки более 0,5 м)	3,0	0,75	0,80	–

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя ρ при типе дорожных одежд		
		Усовершенствованные капитальные	Усовершенствованные облегченные	Переходные
Одиночная сетка трещин на площади до 10 м ² с мелкими ячейками (сторона ячейки менее 0,5 м)	2,5	0,65	0,70	–
Густая сетка трещин на площади до 10 м ²	2,0	0,60	0,65	–
Сетка трещин на площади более 10 м ² при относительной площади, занимаемой сеткой, 10–30 %	2,0–2,5	0,60–0,65	0,65–0,70	–
То же, 30–60 %	1,8–2,0	0,55–0,60	0,60–0,65	–
То же, 60–90 %	1,5–1,8	0,50–0,55	0,55–0,60	–
Колейность при средней глубине колеи до 10 мм	5,0	1,0	1,0	1,0
То же, 10–20 мм	4,0–5,0	0,85–1,0	0,90–1,0	0,70–1,0
То же, 20–30 мм	3,0–4,0	0,75–0,85	0,80–0,90	0,65–0,70
То же, 30–40 мм	2,5–3,0	0,65–0,75	0,70–0,80	0,60–0,65
То же, 40–50 мм	2,0–2,5	0,60–0,65	0,65–0,70	0,55–0,60
То же, 50–70 мм	1,8–2,0	0,55–0,60	0,60–0,65	0,50–0,55
То же, более 70 мм	1,5	0,50	0,55	0,45
Просадки (пучины) при относительной площади просадок 10–20 %	1,0–1,5	0,45–0,50	0,50–0,55	0,35–0,40
То же, 20–50 %	0,8–1,0	0,40–0,45	0,45–0,50	0,30–0,35
То же, более 50 %	0,5	0,35	0,40	0,25
Проломы дорожной одежды (вскрывшиеся пучины) при относительной площади, занимаемой проломами, 5–10 %	1,0–1,5	0,45–0,50	0,50–0,55	0,35–0,40
То же, 10–30 %	0,8–1,0	0,40–0,45	0,45–0,50	0,30–0,35
То же, более 30 %	0,5–0,8	0,35–0,40	0,40–0,45	0,25–0,30
Одиночные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее вещество (расстояние между выбоинами более 20 м)	4,0–5,0	0,85–1,0	0,90–1,0	–
Отдельные выбоины на покрытиях, содержащих органическое вяжущее вещество (расстояние между выбоинами 10–20 м)	3,0–4,0	0,75–0,85	0,80–0,90	–
Редкие выбоины в тех же случаях (расстояние 4–10 м)	2,5–3,0	0,65–0,75	0,70–0,80	–
Частые выбоины в тех же случаях (расстояние 1–4 м)	2,0–2,5	0,60–0,65	0,65–0,70	–
Карты заделанных выбоин, залитые трещины	3,0	0,75	0,80	–
Поперечные волны, сдвиги	2,0–3,0	0,60–0,75	0,65–0,80	0,42–0,55
Шелушение, выкрашивание ²	–	–	–	–

Вид дефекта	Оценка в баллах	Значение показателя ρ при типе дорожных одежд		
		Усовершенствованные капитальные	Усовершенствованные облегченные	Переходные
Разрушение поперечных и продольных швов ³	–	–	–	–
Ступеньки в швах ³	–	–	–	–
Перекося плит ³	–	–	–	–
Скол углов плит ³	–	–	–	–

Примечания:

1. Дорожные одежды переходного типа.
2. На прочность нежестких одежд влияет мало.
3. Характерно для цементобетонных покрытий.

Оценку выполняет группа в составе: инженер (руководитель группы), техник и водитель автомобиля. При ограниченном объеме работ обязанности водителя может совмещать техник.

Группа должна иметь специальное оборудование для автоматизированной регистрации дефектов с помощью видеокамеры или видеокomпьютерной съемки с фиксацией состояния дорожной одежды на электронных носителях информации.

Кроме того, группа должна быть снабжена следующим оборудованием:

- автомобилем, оборудованным датчиком пройденного пути;
- дорожными знаками: «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева»;
- деревянными рейками длиной 1 и 2 м и линейкой с миллиметровыми делениями для измерения глубины колеи;
- журналом визуальной оценки;
- желтыми жилетами безопасности;
- курвиметром.

При отсутствии оборудования для видеокomпьютерной съемки допускается вести глазомерную оценку с занесением дефектов одежды в журнал.

До начала визуальной оценки необходимо подготовить журнал с ведомостями дефектов, убедиться в исправности автомобиля и оборудования, установить на автомобиле дорожные знаки «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева», провести инструктаж всех членов группы, обратив особое внимание на важность соблюдения всех требований безопасности работ. До проведения обследования осуществляют обучение пользователей данной методикой с целью приобретения необходимых навыков.

Если дефекты на покрытии встречаются редко (через 100 м и более) либо встречаются одинаковые дефекты на большом протяжении дороги (более 100 м), глазомерную оценку допускается производить в процессе проезда автомобиля со скоростью не более 30 км/ч. В остальных случаях

глазомерную оценку осуществляют в процессе прохождения вдоль дороги с соблюдением правил техники безопасности. При наличии оборудования для видеокomпьютерной съемки ее производят в процессе движения автомобиля со скоростью, которая обеспечивает последующую обработку результатов. В этом случае заполнение журнала дефектов производят при камеральной обработке результатов обследования.

Для проведения измерений (глубины колеи, раскрытия трещин, расстояний между трещинами, длины сторон ячеек сетки трещин) автомобиль проезжает вперед от места дефекта на 5–10 м, инженер и техник выходят из автомобиля и двигаются по обочине в направлении, обратном движению. В случае выхода на проезжую часть работу следует производить под защитой автомобиля, располагающегося так, чтобы знаки «Дорожные работы» и «Объезд препятствия слева» были обращены навстречу движения.

Результаты визуальной оценки заносят в соответствующий журнал, форма которого приведена в табл. 18.

В процессе визуальной оценки состояния покрытия его делят на однотипные участки длиной от 100 до 1000 м, границы которых назначают по однотипным или близким дефектам. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля или датчику пройденного пути. Внутри каждого участка назначают частные микроучастки протяженностью 20–50 м с практически одинаковым состоянием дорожной одежды (с однотипными видами дефектов).

На каждом однотипном участке в камеральных условиях вычисляют средневзвешенный балл B_{cp} :

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i},$$

где n – количество частных микроучастков в составе однотипного участка;

B_i и l_i – соответствующие балл (табл. 19) и протяженность частных микроучастков i с практически одинаковым состоянием дорожной одежды в баллах.

По величине среднего балла устанавливают целесообразность проведения оценки прочности дорожной одежды и детальных обследований состояния дорожной конструкции на соответствующих однотипных участках:

- для дорог I категории $B_{cp} \leq 3,5$;
- для дорог II категории $B_{cp} \leq 3,0$;
- для дорог III и IV категории $B_{cp} \leq 2,5$.

Список литературы

1. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (взамен ВСН 6-90). Основные положения: утверждены распоряжением Минтранса России № ИС-840-р от 3 окт. 2002 г.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85: утверждено приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г., № 226.
3. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах: утверждены Федеральным дорожным агентством (РОСАВТОДОР) от 12 янв. 2011 г.
4. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий. – Введен 1997-01-01.
5. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85: утверждено приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г.
6. СНиП 32-03-96. Аэродромы: утвержден Минстроем России 30 апреля 1996 г.
7. ГОСТ 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Введен 1994-07-01.
8. ГОСТ 30413-96. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием. – Введен 1997-07-01.
9. ОДМ. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах. Часть 1. Методика измерений и оценки эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи, 2002.
10. ОДМ. Методические рекомендации по устройству одиночной шероховатой поверхностной обработки техникой с синхронным распределением битума и щебня, 2001.