

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Диагностика состояния автомобильных дорог

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатация
автомобильных дорог» для студентов направления бакалавриата
08.03.01 – Строительство профиля подготовки
«Автомобильные дороги и аэродромы»**

**Белгород
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

Диагностика состояния автомобильных дорог

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатация
автомобильных дорог» для студентов направления бакалавриата
08.03.01 – Строительство профиля подготовки
«Автомобильные дороги и аэродромы»

Белгород
2016

УДК 625.76(07)

ББК 39.311я7

Д44

Составители: д-р техн. наук, проф. А. М. Гридчин
канд. техн. наук, доц. А. И. Траутвайн

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. А. Гнездилова

Диагностика состояния автомобильных дорог: методические
Д44 указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Эксплуатация автомобильных дорог» для студентов направления
бакалавриата 08.03.01 – Строительство профиля подготовки
«Автомобильные дороги и аэродромы» / сост.: А.М. Гридчин,
А.И. Траутвайн. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 30 с.

В методических указаниях изложен порядок выполнения лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатация автомобильных дорог».

Цель работы - закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков при оценке состояния автомобильных дорог, а также эффективности выполнения дорожно-ремонтных работ.

Методические указания предназначены для студентов направления бакалавриата 08.03.01 – Строительство профиля подготовки «Автомобильные дороги и аэродромы».

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 625.76(07)

ББК 39.311я7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2016

Содержание

Общие указания	4
Лабораторная работа № 1. Определение фактической категории дороги	5
Лабораторная работа № 2. Измерение сцепных свойств дорожного покрытия	15
Лабораторная работа № 3. Измерение продольной ровности покрытия	22
Библиографический список	28

Общие указания

В настоящее время в дорожной отрасли России основной объем финансовых средств направляется на поддержание существующих автомобильных дорог в надлежащем состоянии в условиях возрастающей интенсивности движения и роста осевых нагрузок. В связи с этим изучение дисциплины «Эксплуатация автомобильных дорог» приобретает особую актуальность. В процессе выполнения лабораторных работ студенты закрепляют знания, полученные на лекциях, приобретают практические навыки работы с приборами и оборудованием.

Эффективность работы автомобильного транспорта зависит от транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги и дорожных сооружений, к которым относятся обеспеченная скорость, пропускная способность, непрерывность, удобство и безопасность движения.

Целью проведения лабораторных работ является практическое освоение студентами методов оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) с последующим принятием решения о необходимости назначения мероприятий по улучшению ее состояния.

Перед проведением лабораторных работ все студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале инструктажа. Студенты, не прошедшие инструктаж, к работе не допускаются.

При выполнении лабораторных работ студент должен ознакомиться с теоретическими основами данной работы, изучить методику ее выполнения, составить краткий конспект лабораторной работы, предусматривающий:

- название работы;
- теоретическую базу данной работы;
- методику и технологию ее выполнения;
- заготовить журналы и графики (в масштабе) для записей, получаемых в ходе выполнения работы, параметров;
- полученные значения изучаемых параметров и их анализ;
- выводы по работе.

Лабораторная работа № 1

Определение фактической категории дороги

Цель работы: установить фактическую категорию дороги, требуемую категорию по интенсивности движения на момент обследования и расчетную, назначаемую при проектировании реконструкции.

Оборудование и материалы: стальная лента или рулетка измерительная металлическая не ниже 3-го класса точности по ГОСТ 7502-98, теодолит по ГОСТ 10529-96, нивелир по ГОСТ 10528-90

Основные понятия

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	Главный	Дополнительный	Дополнительный
Пересеченный	»	Главный	»
Горный	»	»	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. разметкой или разделительными барьерами между ними, и пересечения в разных уровнях с другими автомобильными или железными дорогами.

К дорогам категории I-B относят дороги, имеющие две отдельные проезжие части (каждая по две и более полосы движения), с разделительной полосой, в т.ч. 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 размеры автомобильной дороги при определении категории дороги

Наименование параметра	Значение параметра			
	Фактическая ширина проезжей части, м	До 4,8	5,8-6,8	6,9-7,4
Фактическая ширина основной укрепленной поверхности, м	До 5,6	7,0-8,0	9,1-9,0	Более 9,0
Фактическая категория дороги	V	IV	III	II
<i>Примечание.</i> При определении фактической категории дороги не учитывают участки с дополнительной полосой проезжей части на затяжных подъемах, на пересечениях и примыканиях, в местах автобусных остановок и площадок 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).

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

Таблица 3

**Критерии определения фактической категории дороги
в пересеченной местности**

Наименование параметра	Значение параметра				
Максимальный продольный уклон, %	40	50	60	70	90
Фактическая категория дороги	I-A	I-B, II	III	IV	V

При определении фактической категории дороги в пересеченной и горной местности 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.

Таблица 4

**Критерии определения фактической категории дороги в горной
местности**

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

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.

Интенсивностью движения называется количество автомобилей, прошедших через поперечное сечение дороги в обоих направлениях за фиксированный отрезок времени (сутки, час).

Данные об интенсивности и составе транспортных потоков получают из баз данных, сформированных по результатам измерений на автоматизированных учетных пунктах. При отсутствии автоматизированных учетных пунктов выполняют выборочный визуальный учет дорожного движения с использованием или без использования специальных технических средств.

Учет движения должен проводиться не реже:

- на федеральных дорогах – 2 раза в 5 лет;
- на дорогах территориального и местного значения – 1 раз в пять лет;
- на подходах к городам – 3 раза в пять лет.

При выполнении визуального учета дорожного движения сбор информации проводят не реже 4 раз в квартал по 4 ч в сутки: по одному разу в месяц в рабочие дни и один раз в выходной день во второй месяц каждого квартала. В рабочие дни учет движения проводят во вторник, среду или четверг, а в выходные – в субботу или воскресенье.

На опорных учетных пунктах периодический сбор информации о движении с помощью автоматических счетчиков должен проводиться во все учетные дни в течение 24 часов.

Для определения интенсивности движения на автомобильных дорогах применяют различные автоматизированные или автоматические системы. К автоматизированным системам можно отнести ручные счетчики интенсивности движения. Счетчик представляет собой пульт регистрации автомобилей с кнопками и индикаторами, соответствующими направлению движения и группам транспортных средств.

Автоматические системы учета интенсивности (детекторы транспорта) делятся на две группы: передвижные и стационарные, работающие как с контактными, так и бесконтактными датчиками. Передвижные системы, как правило, применяются на двухполосных дорогах, они легко транспортируются к месту измерений и монтируются в непосредственной близости от проезжей части. Такие системы состоят из двух основных частей: блока датчиков и регистратора с блоком питания.

Системы, работающие на основе бесконтактных датчиков, представляют собой одну или две стойки с датчиками и регистрирующий блок, расположенный в автомобиле. Они работают «на просвет» или «на отражение», регистрируя попадающие в створ автомобиля. При этом определяется не только интенсивность, но и состав движения.

В настоящее время применяются и контактные измерительные устройства, принцип действия которых основан на измерении давления воздуха в двух эластичных трубках, расположенных на поверхности проезжей части, перпендикулярно ее оси. При наезде колес автомобиля на такую трубку, происходит ее локальное сжатие, давление воздуха в ней повышается и фиксируется чувствительным элементом – датчиком давления. Направление и скорость движения определяют исходя из очередности срабатывания датчиков. Состав движения определяется по перепаду давления в чувствительных элементах. Эти измерительные системы также обладают недостатками. Они требуют точной юстировки датчиков, регистрации температуры воздуха и обеспечения фиксированного расстояния между эластичными трубками.

Стационарные устройства также подразделяются на контактные и бесконтактные. Первые работают с датчиками, монтируемыми в покрытие проезжей части в виде индуктивной петли. Они реагируют на изменение электромагнитного поля, сформированного вокруг этой петли. Вторые располагаются над проезжей частью и реагируют на изменение расстояния от отражающей поверхности до датчика.

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

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

1. Определение ширины проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин

Ширину проезжей части, ширину левой и правой краевых укрепленных полос, укрепленных и неукрепленных обочин (а на дорогах первой категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже, чем одно измерение на 1 км.

К характерным относят: прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос:

- участки дороги с одинаковой шириной проезжей части;
- участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;
- участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;
- участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м.

Определение линейных параметров в продольном профиле автомобильной дороги ГОСТ 52577-2006 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы определения параметров геометрических элементов автомобильных дорог»

Измерения проводят на поверхности измеряемого слоя.

В зависимости от времени года на поверхности измеряемого слоя не должно быть снежного покрова, обледенения, пыли и грязи.

Перед измерением, если это необходимо, проводят расконсервацию рулетки.

На месте измерения разбивают поперечник, местоположение которого заносят в журнал. Измерения с точностью до 0,1 м производят стальной

лентой или рулеткой. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

В тех случаях, когда из-за одинакового покрытия визуально невозможно выделить границу проезжей части и краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины их размеры уточняют по данным проектной и исполнительной документации.

Ширину основной укрепленной поверхности, необходимой для определения показателя ее влияния на обеспеченность расчетной скорости определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укрепленных полос.

Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин в журнал измерений заносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

2. Определение радиусов кривых в плане

Радиусы существующих кривых в плане определяются по таблицам для разбивки кривых. Для кривых малого радиуса - по измеренным углам поворота трассы, биссектрисам или тангенсам, а для кривых больших радиусов или при недоступности вершины угла поворота - по нескольким измеренным хордам и стрелкам.

При определении радиуса кривой по методу тангенсов находятся и маркируются точки начала и конца кривой. На пересечении тангенсов находится вершина угла поворота. С помощью геодезических инструментов и рулетки измеряют тангенсы, биссектрису и угол поворота трассы.

При отсутствии угломерного инструмента величину угла поворота можно определить следующим образом. На продолжении тангенсов откладываются равные расстояния, например 10 м, и измеряется расстояние между полученными точками на тангенсах. Зная все стороны равноугольного треугольника, можно определить угол при вершине (рис. 1, *a*).

При недоступности вершины угла поворота измерения производятся с использованием промежуточного тангенса (рис. 1, *б*).

При определении радиуса кривой, по методу хорд, измерение производится в несколько приемов, с помощью длинной мерной ленты или рулетки. Между точками внешней стороны кривой откладывается хорда, например 50 м. Из середины хорды до пересечения с кривой восстанавливается перпендикуляр. Точка пересечения перпендикуляра с кривой служит началом следующей хорды. В несколько приемов измеряется вся

кривая. Для круговых кривых все измеренные стрелки равны между собой.

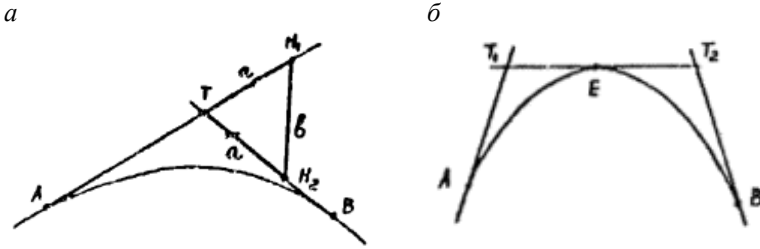


Рис. 1. Определение угла поворота по методу тангенсов:
a – при доступности вершины угла поворота; *б* – при недоступности вершины угла поворота

Радиусы кривых в плане вычисляют по измеренным тангенсам, биссектрисе и углам поворота трассы (метод тангенсов):

$$R = T \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (1)$$

где T – тангенс угла поворота; α – угол поворота.

$$R = \frac{4z^2 + b^2}{8z}. \quad (2)$$

При измерениях, выполненных по методу хорд, радиусы кривых в плане вычисляются по известным хордам и стрелкам.

При наличии переходных кривых необходимо учитывать величину сдвижки основной кривой. Конец переходной кривой можно найти, измеряя стрелки и хорды по оси дороги. В пределах круговой кривой постоянной длине хорды будут соответствовать равные стрелки. На участках переходных кривых стрелки будут уменьшаться по мере приближения к прямому участку дороги. Начало переходной кривой определяется по отклонению оси дороги от прямой.

В журнале измерения радиусов кривых в плане указывают наличие виража и величину поперечного уклона, который может быть определен нивелированием или угломерной линейкой (например, типа КП-213).

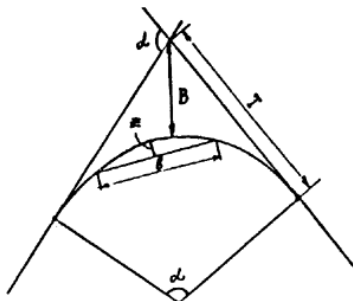


Рис. 2. Определение угла поворота по методу хорд

3. Определение продольных уклонов

При нивелировании инструмент ставят на обочине. За основу для нивелирования принимают следующие точки, забиваемые пикетажистом на бровке земляного полотна. На сторожках и в пикетажном журнале с точностью до 0,1 м указывают расстояние до оси дороги. Ввиду возможного нарушения движением транспорта закрепительных знаков (штырей, деревянных точек и т.п.), установленных при разбивке пикетажа по трассе в пределах существующей дорожной одежды, эти знаки, как правило, служить основой для нивелирования не могут. Поэтому связующие точки на бровке земляного полотна используются для составления продольного профиля дороги и берутся нивелировщиком как промежуточные. Проверка отметок этих точек осуществляется по данным нивелировки поперечников, когда превышение осевой точки над точкой, вынесенной на бровку, определяется вторично.

Должны быть найдены отметки всех переломных точек продольного профиля. На переломах продольного профиля смягченных вертикальными кривыми, для определения радиуса этих кривых нивелируют отметки оси дороги через 20 - 50 м и в зависимости от длины кривой и плавности продольного профиля существующей дороги.

По результатам продольного нивелирования при камеральной обработке строится продольный профиль измеренного участка или дороги, пользуясь которым вычисляют по превышениям величину продольных уклонов, а на переломах продольного профиля расчетным путем или с помощью шаблонов определяют величину радиусов вертикальных кривых.

4. Определение интенсивности движения

При измерение часовой интенсивности методом непосредственного счета разбирается контрольный (учетный створ) на дороге с таким расчетом, чтобы исключить влияние других дорог и стесняющих движение инженерных объектов. Створ отмечается вешками.

Счетчик располагается у контрольного створа и производит счет автомобилей, пересекающих контрольный створ за фиксируемый отрезок времени.

Одновременно определяется тип автомобиля, прошедшего контрольный створ, который в журнале другим счетчиком отмечается палочкой.

Подсчитывается часовая интенсивность движения, авт/ч:

$$n = \sum n_i, \quad (3)$$

где n_i – количество автомобилей i -го типа.

Определяется состав движения, %:

$$n_{\%i} = \frac{n_i}{n} 100. \quad (4)$$

Суточная интенсивность движения, авт/сут, определяется как сумма часовой интенсивности:

$$N_{\text{СУТ}} = \sum_{i=1}^{24} N_i. \quad (5)$$

Определяется интенсивность движения, авт/ч, соответствующая каждому часу суток, по формуле:

$$N_i = \frac{N \cdot k_i}{K}, \quad (6)$$

где N – измеренная на дороге часовая интенсивность движения; K – коэффициент, соответствующий часу измерения интенсивности; k_i – коэффициент, соответствующий i -му часу суток.

Значения коэффициента k_i приведены в табл. 5.

Таблица 5

Коэффициенты пересчета и приведенная интенсивность

Часы суток	Коэффициент пересчета
1	2
0-1	0,08
1-2	0,02
2-3	0,01
3-4	0,02

Окончание табл. 5

1	2
4-5	0,06
5-6	0,14
6-7	0,27
7-8	0,30
8-9	0,52
9-10	0,68
10-11	1,00
11-12	0,84
12-13	0,74
13-14	0,75
14-15	0,83
15-16	0,97
16-17	1,05
17-18	0,95
18-19	0,79
19-20	0,47
20-21	0,26
21-22	0,24
22-23	0,19
23-24	0,12
ИТОГО:	

Определяется расчетная часовая интенсивность движения в обоих направлениях, авт/ч:

$$N_r = 0,076 \cdot N_{\text{сут}} \quad (7)$$

В выводах необходимо установить фактическую и требуемую категорию дороги на момент обследования.

Лабораторная работа № 2

Измерение сцепных свойств дорожного покрытия

Цель работы: определить коэффициент сцепления дорожного покрытия с помощью прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД.

Оборудование и материалы: прибор ППК-МАДИ-ВНИИБД

Основные понятия

Сцепные качества дорожного покрытия принято оценивать коэффициентом продольного сцепления.

Коэффициент сцепления (продольного) – отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дороги на площади контакта заблокированного колеса с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса с покрытием.

Коэффициент сцепления характеризует удельную предельную силу трения, возникающую между колесами автомобиля и покрытием автомобильных дорог, препятствующую скольжению или пробуксовыванию колеса автомобиля по покрытию.

Физическая сущность коэффициента сцепления тождественна коэффициенту трения скольжения:

$$\varphi = \frac{T}{Q}, \quad (8)$$

где T – сдвигающая сила, Н; Q – нормальная сила, Н.

Коэффициент сцепления проезжей части автомобильной дороги зависит в значительной степени от шероховатости, ровности и чистоты покрытия. Основные причины снижения коэффициента сцепления: изношенность покрытия, загрязненность проезжей части, замасленность, избыток органического вяжущего в покрытии, обледенение проезжей части.

Коэффициент сцепления следует измерять при следующих нормированных условиях:

- скорость скольжения полностью заблокированного измерительного колеса должна быть (60 ± 3) км/ч;

- вертикальная нагрузка на измерительное колесо должна быть (2943 ± 50) Н;

- измерительное колесо должно быть оборудовано шиной с протектором без рисунка (гладкая шина) размером 6,45-13 при внутреннем давлении воздуха в шине $(0,17 \pm 0,1)$ МПа;

- дорожное покрытие должно быть искусственно увлажнено, при этом расход воды должен быть таким, чтобы обеспечить на покрытии расчет-

ную пленку воды толщиной 1 мм (под “расчетной пленкой” следует понимать условную величину, являющуюся отношением расхода воды к площади увлажнения).

Существуют три группы методов измерения коэффициента сцепления: с использованием автомобиля; портативных приборов; с замером микропрофиля.

1. Определение коэффициента сцепления по длине тормозного пути

По длине тормозного пути при торможении юзом S_T , м, движущегося по мокрому покрытию с начальной скоростью 60 км/ч автомобиля определяют величину коэффициента сцепления φ :

$$\varphi = \frac{V^2 K_T}{254 S_T} \pm i, \quad (9)$$

где V – скорость автомобиля, м/с.

На подъеме величина уклона i отнимается, а на спуске – прибавляется.

Способ определения коэффициента сцепления по длине тормозного пути несовершенен ввиду высокой трудоемкости, недостаточной точности и значительной опасности измерений.

Эти недостатки снижаются при измерении не длины тормозного пути, а отрицательного ускорения (замедления) автомобиля при торможении.

2. Определение коэффициента сцепления акселерометром

Маятниковым акселерометром. Маятниковый акселерометр крепится к боковому стеклу автомобиля. Автомобиль, двигаясь со скоростью 60 км/ч, начинает тормозить. Маятник при этом изменяет положение фиксирующей стрелки, по которой затем снимается отчет.

Коэффициент сцепления определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{\alpha}{g}, \quad (10)$$

где α – замедление автомобиля (по шкале акселерометра), м/с²; g – ускорение свободного падения, м/с².

Гидравлическим акселерометром. Гидравлический акселерометр представляет собой замкнутый трубчатый контур, наполовину заполненный жидкостью. По отклонению уровня жидкости h в момент движения автомобиля юзом, с учетом продольного уклона автомобиля, определяют отрицательное ускорение (замедление), м/с²:

$$\alpha = \frac{2h}{L}, \quad (11)$$

где L – длина гидравлического акселерометра, м; h – превышение уровня жидкости в соседних трубках м.

В целях повышения безопасности измерений целесообразно затормаживать автомобиль при скорости ниже 60 км/ч, например, 40 км/ч или 30 км/ч, в этом случае необходимо вводить поправочные коэффициенты.

3. Определение коэффициента сцепления динамометрическим прицепом ПКРС-2У

Динамометрическая тележка ПКРС-2У (рис. 3) представляет собой одноколесный прицеп с установленными датчиками ровности и сцепления, буксируемый автомобилем. Вертикальная нагрузка на измерительное колесо составляет 3 кН. Коэффициент сцепления измеряют по левой полосе наката на каждой полосе движения. Установка принята за базовую при измерении коэффициента сцепления. Измерения проводят в соответствии с [1].



Рис. 3. Схема установки ПКРС-2У

На покрытии создается водная пленка толщиной не менее 1 мм. Колесо затормаживается до полной блокировки. Коэффициент сцепления определяется по величине усилия, необходимого для перемещения установки ПКРС-2У с заблокированным колесом на скорости 60 ± 5 км/ч. Затем колесо разблокируется, и измерение производится в следующей точке дороги.

Значение коэффициента сцепления вычисляют по (10).

4. Определение коэффициента сцепления замером микропрофиля

Коэффициент сцепления можно косвенно оценить по данным о шероховатости покрытия. Для этого используется метод песчаного пятна, игольчатый профилограф (иглы профилографа копируют микропрофиль покрытия), метод отпечатка (используются отпечатки шероховатой поверхности на бумаге, полученные при наезде автомобиля на гибкий штамп).

5. Определение коэффициента сцепления с помощью портативных приборов

Эта группа приборов объединяет конструкции, которые с помощью имитаторов моделируют взаимодействие автомобильной шины с дорожным покрытием. Их используют при определении коэффициента сцепления на пересечениях, у пешеходных переходах и других местах вероятного возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Наиболее совершенная конструкция портативного прибора была разработана в МАДИ Ю.В. Кузнецовым – прибор ППК-МАДИ-ВНИИБД (рис. 4).

Принцип действия прибора основан на использовании энергии падающего груза. При падении груз ударяет о муфту, которая заставляет толкающие штанги преодолевать сопротивление пружины и вынуждать имитаторы шин скользить по покрытию.

Конечное перемещение имитаторов, характеризующее скользкость покрытия, определяют по шкале.

Это показание фиксируется кольцом, которое остается на конечной отметке после снятия нагрузки и возвращения муфты в исходное положение.

Шероховатость и состояние дорожного покрытия проезжей части должны обеспечивать требуемую [2] величину сцепления колеса с покрытием: не менее 0,3 при измерении его шиной без рисунка протектора и 0,4 шиной, имеющей рисунок протектора. Разница коэффициента сцепления по ширине проезжей части допускается не более 0,1, разница между коэффициентом сцепления покрытия проезжей части и укрепленной обочины – 0,15.

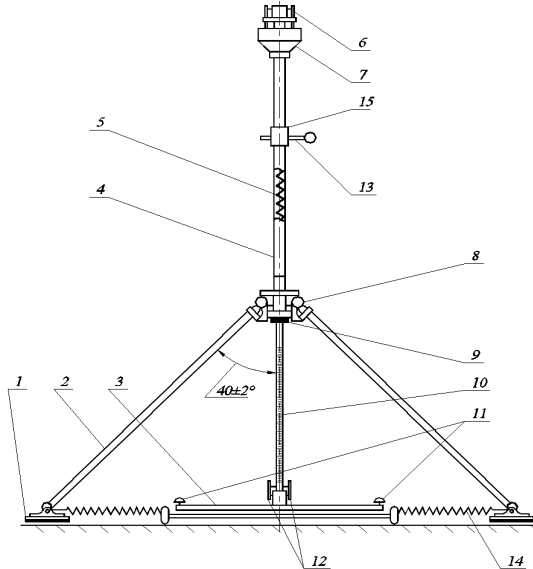


Рис. 4. Прибор портативный ППК-МАДИ-ВНИИБД для измерения коэффициента сцепления дорожных покрытий:

1 – имитатор; 2 – тяга; 3 – основание; 4 – направляющая штанга; 5 – центральная пружина; 6 – механизм сброса груза; 7 – груз; 8 – муфта скольжения; 9 – измерительная шайба; 10 – шкала; 11 – регулировочные винты; 12 – зажим; 13 – палец механизма натяжения пружины; 14 – горизонтальные пружины; 15 – втулка натяжителя

6. Определение коэффициента сцепления с помощью прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД

Прибор собирается и подготавливается к работе согласно паспорту.

Перед проведением измерений прибор градуируется с помощью приспособления, входящего в состав прибора.

Требуемое количество измерений на 1 км дороги в зависимости от однородности поверхности покрытия колеблется от 2 до 6 по каждой полосе движения. Выборочный контроль необходимо проводить на левой полосе наката колес транспортных средств.

На поверхности дорожного покрытия не должно быть следов песка и грязи (при наличии – удалить).

Подготовленный к работе прибор устанавливается на участке проведения измерений так, чтобы продольная ось имитаторов 1 (рис. 4) располагалась параллельно левой полосе наката. Имитаторы должны располагаться над поверхностью покрытия на таком расстоянии (около 3-7 мм),

чтобы при касании ими дорожного покрытия измерительная шайба 9 совпала со второй риской.

Увлажнить поверхность дорожного покрытия (под имитаторами и на расстоянии приблизительно 0,2 м в направлении их движения) водой объемом не менее 200 см³. Толщина водной пленки должна быть около 1 мм.

Затем поднять груз 7 и зафиксировать его. Поднять измерительную шайбу в крайнее верхнее положение. Вынуть палец механизма натяжения пружины 13. Нажать на рычаги механизма сброса груза 6. После срабатывания механизма поднять груз в верхнее положение, вставить палец механизма натяжения во втулку натяжителя 15 и произвести отсчет показаний по шкале по верхнему торцу измерительной шайбы. Данные занести в журнал измерений. Повторить измерения еще четыре раза на том же участке. При этом необходимо следить за тем, чтобы не происходило переувлажнение поверхности исследуемого участка, и поддерживать толщину водной пленки около 1 мм.

Из полученных пяти результатов измерений следует исключить два показания с наибольшим и наименьшим значениями. Из оставшихся трех показаний подсчитать среднее арифметическое значение, которое необходимо принять за окончательный результат.

При проведении измерений при температуре воздуха, отличной от расчетной (+20°C), следует учитывать влияние температурного фактора и откорректировать полученные значения в соответствии с формулой:

$$K = K_{из} + \frac{20 - t}{1000}, \quad (12)$$

где $K_{из}$ – величина коэффициента сцепления, полученная при измерении; t – температура окружающего воздуха при проведении измерений, °C.

При измерении коэффициента сцепления дорожного покрытия на участке с уклоном более 30 ‰ необходимо ввести поправку. Для этого необходимо вычислить величину уклона по формуле:

$$i = \sqrt{i_{прод}^2 + i_{попер}^2}, \quad (13)$$

где $i_{прод}$, $i_{попер}$ – соответственно величины продольного и поперечного уклонов.

Величина поправки, соответствующая данному уклону (табл. 6), вычитается из средней величины коэффициента сцепления на уклоне.

Таблица 6

**Величина поправки к значению коэффициента сцепления
в зависимости от уклона**

Наименование параметра	Значение параметра		
	30-40	50-70	80-100
Величина поправки	0,01	0,02	0,03

Вычислить величину коэффициента сцепления с учетом поправок.

В выводах необходимо привести данные, характеризующие сцепление колеса автомобиля с покрытием, и определить их степень соответствия нормативным величинам. При несоответствии нормативным требованиям предложить рекомендации, позволяющие увеличить данный показатель до допустимого.

Лабораторная работа № 3

Измерение продольной ровности покрытия

Цель работы: осуществить измерение ровности дорожного покрытия.

Оборудование и материалы: трехметровая рейка и клиновой промерник по ГОСТ 24555, нивелир и рейка по ГОСТ 10528

Основные понятия

Ровность дорожного покрытия оказывает наиболее существенное влияние на потребительские свойства автомобильной дороги. Ровность покрытий является одной из важнейших эксплуатационных характеристик дорог, существенно влияющих на эффективность работы автотранспорта.

Под ровностью обычно понимают качественное состояние поверхности дорожного покрытия, характеризуемое величиной амплитуд неровностей.

Ровность характеризуется величиной просветов (мм) под измерительной рейкой (обычно трехметровой длины), величиной амплитуд, определяемых нивелированием с шагом 5, 10 и 20 м или интегральным показателем ровности (см/км), характеризующим суммарный прогиб упругих элементов подвески автомобиля или измерительного прицепа.

Методы оценки ровности проезжей части

1-я группа основана на замере микропрофиля проезжей части относительно некоторого уровня, в миллиметрах. Это методы, регистрирующие геометрические параметры неровностей. Для этого используют следующие инструменты и приборы:

- трехметровая рейка;
- многоопорные рейки;
- уклонометры (электронное измерение уклонов);
- нивелир (по превышениям отчетов).

2-я группа основана на замере ровности косвенными методами. Используют:

- толчкометры;
- передвижную лабораторию контроля ровности и сцепления (ПКРС-2У);
- портативные приборы.

При оценке продольной ровности дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения в соответствии с [3, 4]. Сплошные измерения выполняют при обследовании участков дорог протяженностью более 1 км, выборочные – менее 1 км. Выборочные измерения выполняют при обследовании участков концентрации ДТП, опасных участков дорог,

участков дорог, на которых произошли ДТП, отремонтированных участков.

Сплошные измерения продольной ровности и сцепных свойств дорожных покрытий осуществляют с помощью передвижной установки ПКРС-2У (рис. 5), которая принята за эталонный прибор сплошного контроля ровности. Измерения ровности производят по правой полосе наката каждой полосы движения при постоянной скорости движения 50 ± 5 км/ч.

Кроме того, для измерения ровности допускается использование передвижных лабораторий, оборудованных толчкомерами ТХК-2, ИР-1 или ИВП-1, на базе автомобилей УАЗ-2206, ГАЗ-31022, ГАЗ-2705 и других автомобилей семейства «Газель» с колесной формулой 4x2. Могут быть использованы и другие приборы, имеющие необходимое метрологическое обеспечение, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКРС-2У или толчкомера, установленного на один из базовых автомобилей.

Выборочные измерения ровности выполняют с помощью нивелиров, трехметровых реек или многоопорных реек ПКР-4М.

Состояние покрытия проезжей части автомобильных дорог по продольной ровности оценивают путем сравнения фактических показателей ровности с предельно допустимыми [5] (табл. 7). Дорожное покрытие удовлетворяет требуемым условиям эксплуатации по ровности, если величина фактического показателя ровности меньше предельно допустимого значения или равна этому значению.

Измерение ровности трехметровой рейкой основано на определении количества и величины зазоров при ее последовательном приложении к поверхности покрытия. Определение величины неровности определяется специальным приспособлением – клиновым промерником, проградуированным через 1 мм.

Измерение ровности многоопорной рейкой основано на определении количества и величины неровностей по графику, представляющему профиль проезжей части, автоматически составленному копиром многоопорной рейки. Последняя имитирует трехметровую рейку, перемещающуюся по измеряемой поверхности с помощью колес-опор. Среднее колесо имеет возможность вертикального перемещения и связано с записывающим механизмом, который рисует график на миллиметровой бумаге.

Схема толчкомера приведена на рис. 5. Толчкомер ТХК-2 при помощи гибкого троса, намотанного на барабан, соединен с натяжной пружиной, прикрепленной к станине прибора на полу кузова автомобиля и задним мостом автомобиля.

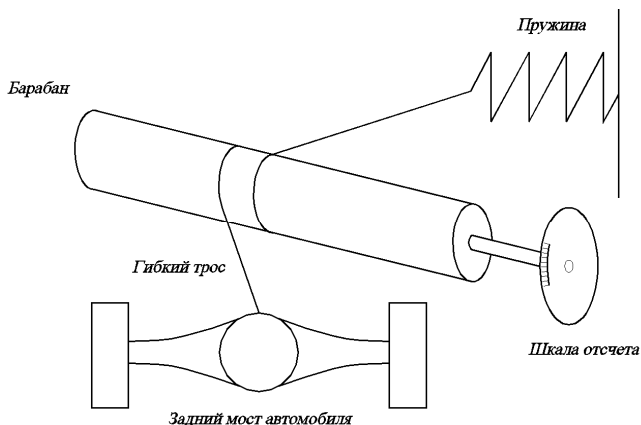


Рис. 5. Схема толчкомера

Таблица 7

Допустимые показатели продольной ровности

Интенсивность движения, авт/сут	Категория дороги	Тип дорожной одежды	Предельно допустимые показатели продольной ровности, см/км			Допустимое количество просветов под 3-метровой рейкой, превышающих указанные в [7], %
			по прибору ПКРС-2У	по толчкомеру ТХК-2, установленному на автомобиле		
				УАЗ-2006	ГАЗ-31022 «Газель»	
Более 7000	I	Капитальный	540	100	220	6
3000-7000	II		660	120	270	7
1000-3000	III	»	860	170	350	9
		Облегченный	1100	240	460	12
500-1000	IV	»	1200	265	500	14
200-500		Переходный	-	340	510	-
До 200	V	Низший	-	510	720	-

В соответствии с [6] для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий не более 5 % результатов определений ровности могут иметь значения просветов в пределах до 10 (6) мм, остальные – до 5 (3) мм. В скобках указаны значения для асфальтоукладчиков, оборудованных системой автоматического задания отметок.

При колебаниях кузова автомобиля и сжатия рессор, натянутый трос поворачивает барабан. В результате этого поворота изменяется показание отчетного механизма. Толчкомер определяет интегральную ровность (см/км) – суммарное сжатие рессор автомобиля на километровом участке.

Толчкомером определяют не истинную, а условную ровность покрытия, так как сумма сжатий рессоры зависит не только от состояния покрытия, но и от свойств подвески автомобиля, поэтому каждый раз, когда устанавливается толчкомер, его необходимо тарировать.

1. Порядок определения ровности покрытия с помощью трехметровой рейки

Трехметровая рейка и клиновой промерник должны отвечать требованиям [3] и должны быть аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ 24555.

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

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

Поверхность участка измерений должна быть чистой.

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) параллельно оси дороги. При многополосной проезжей части дороги рейку следует прикладывать на расстоянии 0,5-1,0 м от границы каждой полосы движения.

Рейку последовательно прикладывают вдоль измеряемого участка, отмечая мелом или другими метками концы установки рейки. Начало нового приложения должно совпадать с концом предыдущего.

При каждом приложении рейки клиновым промерником следует измерять величину пяти просветов под рейкой в местах, соответствующих меткам на боковых гранях рейки. Полученные данные заносятся в журнал.

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

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

Для получения расчетных характеристик, отнесенных на 1 километр, определяют переходной коэффициент:

$$K_{перех} = \frac{L_{1000}}{L_{\phi}} = \frac{1000}{n \cdot 3} = \frac{333,33}{n}, \quad (14)$$

где L_{1000} – длина километрового участка, м; L_{ϕ} – длина, на которой происходило фактическое измерение ровности, м; n – количество приложений трехметровой рейки на измеряемом участке.

Общее число измерений следует принять за 100% и определить число просветов под рейкой, превышающих максимально допустимую величину, установленную [6], и число просветов, меньших минимально допустимой величины. Следует также найти наибольшую величину просвета.

2. Порядок измерения ровности покрытия нивелиром и нивелирной рейкой

Опорный торец нивелирной рейки должен быть снабжен насадкой с полусферическим подпятником.

Длина участка измерений должна быть не менее 400 м.

Места установки нивелирной рейки должны быть расположены на одной линии, находящейся на расстоянии 0,5-1,0 м от кромки основания (покрытия) дороги или на оси основания (покрытия) аэродрома. Места установки должны быть обозначены метками. Шаг меток $5 \pm 0,2$ м.

Измерения следует проводить, последовательно устанавливая нивелирную рейку на каждую из меток (рис. 6). Данные заносятся в журнал измерений.

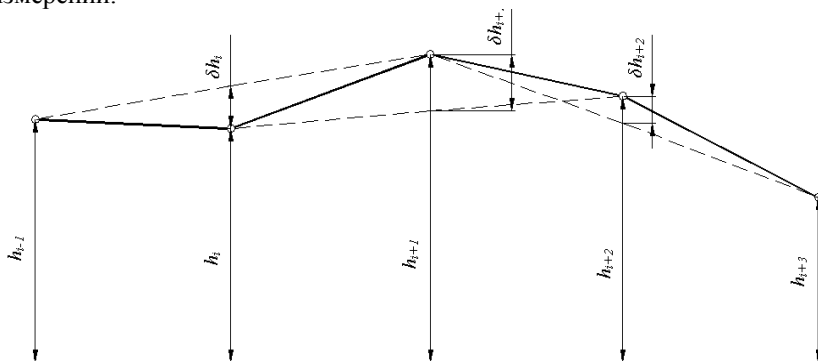


Рис. 6. Схема к определению ровности с помощью нивелира и нивелирной рейки

По данным нивелирования вычисляют относительные отметки h_i точек поверхности покрытия или основания дороги в местах разметки.

По относительным отметкам точек поверхности в местах разметки определяют отклонения δh_i этих точек (кроме первой и последней на участке измерений) от прямой линии, проходящей через предыдущую ($i-1$) и последующую ($i+1$) точки (рис. 6), по формуле:

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|, \quad (15)$$

где h_{i-1} и h_{i+1} – относительные отметки предыдущей и последующей точек.

Общее число полученных величин δh_i следует принять за 100% и с точностью до 0,1% вычислить число величин δh_i , меньше установленных [6] (90 % определений должны быть в пределах 7 мм (10 для дорог IV и V категорий), а 10 % определений не должны превышать эти значения более чем в 1,5 раза). Следует также найти наибольшую величину δh_i .

В выводах необходимо привести данные, характеризующие ровность, и определить их степень соответствия нормативным величинам. При несоответствии ровности покрытия нормативным требованиям предложить рекомендации, позволяющие снизить данный показатель до допустимого.

Библиографический список

1. ГОСТ 30413-96. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием. – Введ. 01.07.1997. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1997. – 6 с.
2. ГОСТ Р 50597-93. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Введ. 11.10.1993. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
3. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромные. Методы измерений неровностей оснований и покрытий. – Введ. 01.01.1997. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1997. – 9 с.
4. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. - Введ. 03.00.2003. Взамен ВСН 6-90. / Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М.: Информавтодор, 2003. – 94 с.
5. ОДМ. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (взамен ВСН 24-88) / Росавтодор Минтранса РФ. – М., 2004 – 181 с.
6. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги.-М.: Госстрой СССР, 1986.- 112с.

Учебное издание

Диагностика состояния автомобильных дорог

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Эксплуатация автомобильных дорог» для студентов
направления бакалавриата 08.03.01 – Строительство профиля подготовки –
Автомобильные дороги и аэродромы

Составители:

Гридчин Анатолий Митрофанович
Траутвайн Анна Ивановна

Подписано в печать 30.01.15. Формат 60×84/16. Усл.печ.л. 1,7. Уч.-изд.л. 1,9.

Тираж 60 экз. Заказ Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46