

**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по дисциплине
«ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ»**

Чебоксары

Содержание

1. Лабораторная работа №1. Определение интенсивности и состава транспортных потоков
2. Лабораторная работа №2. Определение скоростей движения автомобилей на дороге
3. Лабораторная работа №3. Измерение сцепных свойств дорожного покрытия
4. Лабораторная работа №4. Измерение продольной ровности покрытия

Лабораторная работа 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Общие положения

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

Составом движения называется количество автомобилей определенного типа, выраженное в процентах от общего количества автомобилей, прошедших через поперечное сечение дороги в единицу времени (час, сутки).

Интенсивность движения является одним из важнейших транспортно-эксплуатационных показателей дорог, определяющим загрузку дорог, режимы движения, скорости движения, интенсивность разрушения покрытий и дорожных одежд, поэтому по интенсивности движения определяют техническую категорию дороги, элементы поперечного и продольного профиля, конструкцию дорожной одежды.

Методы измерения интенсивности движения

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.

Порядок выполнения лабораторной работы

Измерение часовой интенсивности методом непосредственного счета

1. Разбивается контрольный (учетный створ) на дороге с таким расчетом, чтобы исключить влияние других дорог и стесняющих движение инженерных объектов. Створ отмечается вешками.

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

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

Журнал

учета интенсивности и состава движения

Тип покрытия

Ширина проезжей части

Состояние покрытия

Место расположения контрольного створа (характеристика и схема)

Характеристика погоды

Время проведения измерений: год _____ число _____ день _____ часы с _____ до _____

Время	Количество автомобилей, прошедших контрольный створ по типам автомашин							Всего в обоих направлениях	Примечание
	туда						обратно		
	легк.	груз. 1-2 т	груз. 2-5 т	груз. 5-8 т	груз. >8 т	тягачи с прицепами	всего	8 граф	
12 ⁰⁰ -13 ⁰⁰								то же что и туда	
Итого									

Обработка результатов определения

1. Подсчитывается часовая интенсивность движения, авт/ч:

$$n = \sum n_i ,$$

где n_i – количество автомобилей i -го типа.

2. Определяется состав движения, %:

$$n_{\%i} = \frac{n_i}{n} 100 .$$

На основе полученных данных строится гистограмма распределения интенсивности движения по часам суток. На лучах каждого i -го часа откладывается в масштабе интенсивность движения этого часа (рис. 3).

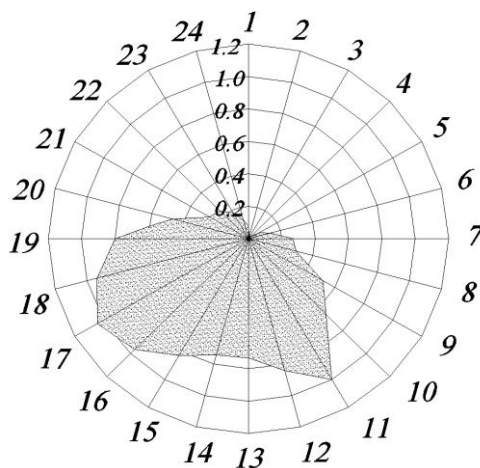


Рис. 3. Пример построения гистограммы распределения интенсивности движения по часам суток

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

$$N_{\text{СУТ}} = \sum_{i=1}^{24} N_i .$$

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

$$N_i = \frac{N \cdot k_i}{K},$$

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. 3.

Таблица 3

Коэффициенты пересчета и приведенная интенсивность

Часы суток	Коэффициент пересчета	Приведенная интенсивность движения
0-1	0,08	
1-2	0,02	
2-3	0,01	
3-4	0,02	
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:		Σ

4. Определяется пропускная способность дороги.

Пропускная способность, авт/час, одной полосы движения дороги равна:

$$n_{пол} = \frac{1000V}{\frac{V}{3.6} + \frac{K_T V^2}{254(\varphi \pm i + f)} + l_o + l_k},$$

где V – средняя скорость движения колонны автомобилей, км/ч (используется скорость движения из предыдущей работы);

K_T – коэффициент эксплуатационных условий торможения:

для легковых автомобилей $K_T = 1,2$;
 для грузовых автомобилей грузоподъемностью до 4,5 тонн $K_T = 1,8$;
 для грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 4,5 тонн $K_T = 2,0$;

φ – коэффициент сцепления; $\varphi = 0,4-0,7$;

i – уклон дороги в тысячных (– для спуска, + для подъема);

f – коэффициент сопротивления качению;

l_0 – габаритная длина автомобиля, м;

l_k – расстояние безопасности между двумя остановившимися автомобилями, м.

В (13) $l_0 + l_k = 5-10$ м.

Пропускная способность всей проезжей части дороги без учета факторов, снижающих пропускную способность, равна:

$$n_{доp} = n_{пол} m k_{пер} k_n,$$

где m – количество полос движения;

$k_{пер}$ – коэффициент, учитывающий долю перестраивающихся автомобилей в транспортном потоке.

Доля перестраивающихся автомобилей

в транспортном потоке, %

до 10

20

30

40

$k_{пер}$

1

0,88

0,80

0,70

k_n – коэффициент многополосности, определяемый по табл. 4.

Таблица 4

Коэффициент многополосности в зависимости от числа полос и движения, расстояний между соседними точками входа автомобилей на дорогу и выхода с нее

Количество полос движения в одном направлении	Расстояния между соседними точками входа на дорогу и выхода с дороги, м					
	до 500	1000	2000	3000	4000	5000
	Коэффициент многополосности k_n					
2	0,95	0,98	1	1	1	1
3	0,83	0,85	0,88	0,95	1	1
4	0,8	0,82	0,85	0,91	0,98	1
5	0,76	0,78	0,82	0,87	0,97	1
6	0,72	0,75	0,79	0,85	0,95	0,99
7	0,68	0,72	0,76	0,84	0,93	0,98
3	0,63	0,68	0,72	0,81	0,92	0,97

При наличии факторов, снижающих пропускную способность, их величина определяется в соответствии с [1].

5. Определяется коэффициент загрузки дороги:

$$Z = \frac{n_{\max}}{n_{\text{дор}}},$$

где $n_{\max}$ – часовая интенсивность движения в «час пик».

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

$$N_r = 0,076 \cdot N_{\text{сут}}.$$

7. Определяется, при какой скорости движения дорога будет полностью загружена (т.е. $z=1$).

Для определения скорости движения транспортного потока, соответствующей максимальной загрузке дороги, строится график (рис. 4).

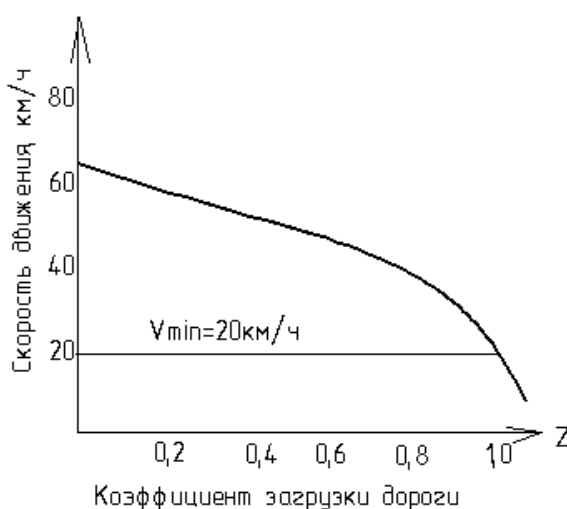


Рис. 4. График зависимости коэффициента загрузки от скорости движения

Результаты определения интенсивности движения сводятся в табл. 5.

Таблица 5

Определение интенсивности и состава движения

Место расположения пункта учета движения (характеристика и схема)

Время измерения: год ____ число ____ день ____ часы с ____ до ____

Коэффициент загрузки дороги $Z = \underline{\hspace{1cm}}$.

Часовая интенсивность $n_{(ч)}$, авт/ч	Состав движения в % от часовой интенсивности n , авт/сут	Суточная интенсивность N , авт/сут	Интенсивность в час пик, авт/ч	Среднегодовая интенсивность движения, авт/ч

Делается вывод о том, какая должна быть скорость транспортных средств для нормального функционирования дороги.

Лабораторная работа 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ДОРОГЕ

Общие положения

Скорость движения автомобилей является важнейшей транспортно-эксплуатационной характеристикой, как дороги, так и автомобиля, определяющей эффективность работы дорожной и автотранспортной служб.

Существует несколько фиксируемых скоростей движения ав-
томобиля.

Расчетная скорость – безопасная максимальная скорость движения одиночного автомобиля на сухом покрытии при достаточном расстоянии видимости, допускаемая на автомобильной дороге рассматриваемой категории. Ориентируясь на значение этой скорости, проектируют все геометрические элементы автомобильной дороги, в первую очередь плана трассы, продольного и поперечного профилей.

Конструктивная скорость – максимальная скорость, развиваемая автомобилем данной конструкции. Зависит от типа автомобиля, мощности двигателя, его аэродинамических качеств.

Мгновенная скорость движения – скорость одиночных автомобилей (или потока) в конкретных (малых) створах автомобильной дороги в рассматриваемый промежуток времени. Характеризует фактические условия движения в конкретном месте автомобильной дороги в заданный момент времени.

Скорость сообщения – показывает среднюю скорость на данном маршруте с учетом взаимного влияния автомобилей в потоке и задержек на пересечениях, железнодорожных переездах. Является основным показателем транспортной работы автомобильной дороги. Лежит в основе технико-экономического обоснования (ТЭО) мероприятий по улучшению условий движения.

Техническая скорость – средняя скорость на данном маршруте без учета задержек на пересечениях, железнодорожных переездах и т. д.; определяется в основном геометрическими размерами элементов автомобильной дороги. Исходя из значения этого показателя, оцениваются условия движения на отдельных маршрутах и влияние дорожных условий на скорость движения. Техническая скорость зависит от состава движения.

Расчетная скорость (принимаемая при организации движения) – скорость, исходя из значения которой рассчитывают работу всех систем управления дорожного движения, выбирают дорожные знаки и размеры элементов разметки. Ограничения минимальной или максимальной скоростей также относятся к расчетной скорости, принимаемой при организации движения.

Оптимальная скорость – скорость движения, при которой обеспечиваются наиболее эффективные условия транспортной работы автомобильной дороги и автомобильного транспорта, а также благоприятные условия для работы водителей.

Нормируемая скорость – принимается как стандартная при технических или технико-экономических расчетах. Расчетная скорость относится к нормируемой. К нормируемой скорости, например, относится скорость сообщения общественного транспорта.

Скорость обеспеченная – максимально возможная безопасная скорость движения автомобилей, которая может быть достигнута на каждом участке дороги при данных геометрических параметрах, транспортно-эксплуатационных характеристиках и состоянии дороги. При измерениях принимается как скорость 95% обеспеченности транспортного потока или как скорость 85% обеспеченности одиночных легковых автомобилей.

Методы определения скоростей движения автомобиля

Существует несколько методов определения скоростей движения, основанных на различных принципах.

1. Определение мгновенных скоростей движения осуществляется:

а) измерением скорости прохождения автомобилем коротких участков дороги 50-100 м:

$$V = \frac{S}{T},$$

где S – фиксируемый путь, пройденный автомобилем, м;

T – время прохождения автомобилем фиксируемого пути, с;

Для определения скорости автомобиля в км/ч используют формулу:

$$V = \frac{3,6 \cdot S}{T}.$$

б) измерением скорости скоростемером, основанном на явлении Доплера; скоростемеры используют радиолокационный принцип и оттарированы на показание скорости, км/ч:

$$V = K \frac{\lambda_o - \lambda}{\gamma_o},$$

где λ_o – длина волны от неподвижного автомобиля (отраженная локационная волна);

λ – длина волны от движущегося автомобиля;

γ_o – частота колебаний неподвижного источника колебаний (автомобиля);

K – коэффициент пропорциональности;

в) измерением скорости кино-, видеокамерой при прохождении автомобилем фиксируемых коротких участков пути (10-20 см); для этой цели на проезжей части белой краской наносят несколько полос, перпендикулярных направлению движения, ширина полос и промежутки между ними измеряются; при киносъемке момента наезда автомобиля на полосы после проявления пленки на одном кадре фиксируется начальное положение какой-то части автомобиля относительно одной из полос, а на другом – пройденный за время

смены кадров путь. Скорость определяется по (2). В этом случае S – фиксируемый путь, пройденный автомобилем по двум смежным или нескольким кадрам киносъемки, м; T – время съемки, с:

$$T = \frac{n}{v},$$

где n – количество фиксируемых кадров пленки;

v – скорость съемки кадров, с;

г) измерением скорости методом следования за лидером; при этом скорость фиксируется по спидометру автомобиля, следующего за наблюдаемым автомобилем с той же скоростью.

2. Определение технических скоростей осуществляется или методом непосредственного измерения при видимых границах участка, или методом следования за лидером, или методом «меток», когда фиксируется время прохождения определенного автомобиля по участку, признаки «отмеченного» автомобиля передаются на измерительный пункт по телефону или радио.

3. Определение скоростей сообщения производится путем фиксирования показания спидометра автомобиля за исследуемый интервал времени.

Порядок выполнения лабораторной работы

Определение мгновенных скоростей движения непосредственным измерением на коротких участках.

Инструменты:

- 1) секундомер – 1 шт;
- 2) мерная лента (рулетка) – 1 шт.;
- 3) вешки – 4 шт.;
- 4) флажки или фонарик – 1 шт.

Последовательность работ

1. Намечается положение контрольного створа на участке дороги со стабильным режимом движения.

2. Разбивается контрольный створ протяжением 50 м и закрепляется вешками или метками на проезжей части.

3. На въездном створе учетчик фиксирует момент наезда заднего колеса автомобиля на контрольный створ и сигнализирует секундометристу, находящемуся на выездном створе, отмашкой флажка или включением фонарика, при этом секундометрист включает секундомер.

4. При съезде заднего колеса контролируемого автомобиля с выездного створа учетчик, стоящий на нем, отмашкой флажка сигнализирует об этом учетчику на выездном створе, а секундометрист определяет время прохождения «опытным» автомобилем контрольного створа и заносит это время в журнал.

5. После этого «отмечается» новый автомобиль и т.д. до завершения определений.

Количество замеров скоростей для получения объективных и точных результатов зависит от интенсивности движения и определяется согласно табл.1.

Таблица 1

Определение количества замеров скоростей

Интенсивность движения в одном направлении, авт/ч	50	100	200	300	500
Количество замеров скоростей	150	100	80	60	50

При движении колонны автомобилей скорость первого автомобиля может быть отнесена ко всем следующим за ним автомобилям при условии, что они не изменяют интервала движения, не идут на обгон и не останавливаются во время прохождения контрольного створа.

Автомобили, идущие на обгон или останавливающиеся во время прохождения контрольного створа из числа «опытных», исключаются.

Измерения скорости заносятся в журнал.

Журнал

определения мгновенных скоростей движения

на автомобильной дороге (титул дороги) _____ участок _____ на км _____

Тип покрытия

Ширина проезжей части

Состояние покрытия (сухое, чистое, мокрое и т.д.)

Место расположения контрольного створа (краткое описание)

Характеристика погоды во время замера (видимость, осадки, ветер и т.д.)

Время, в секундах прохождения автомобилями створа L=50 м и их скорость в км/ч

№№ замеров	Легковые		Грузовые грузоподъемностью, т			Колонны		Примечание
	время, с	скорость, км/ч	1-2		то же для грузоподъемности 2-5, 5-8, >8 т, тягачей с прицепами и полуприцепами	время, с	скорость, км/ч	
1	3	60						колонна 4 авт. 2 легковые 2 грузовые 1-2т
2								
3	2		2			5,0	36	
и т.д.								

Обработка результатов измерения

1. Определяется мгновенная скорость каждого автомобиля.
2. Определяется средняя скорость движения, км/ч:

$$V_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n},$$

где V_i – скорость i -го автомобиля;
 n – число замеров скоростей.

3. Определяются характеристики однородности скоростей движения:
 - а) среднеквадратическое отклонение скоростей:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{cp} - V_i)^2}{n-1}},$$

- б) коэффициент вариации скоростей:

$$C_v = \frac{\sigma}{V_{cp}}.$$

4. Определяются скорости движения заданной обеспеченности.

Скорость движения заданной обеспеченности определяется для 15% автомобилей, 50% автомобилей, 85% автомобилей и 95% автомобилей и показывает, сколько процентов автомобилей едут со скоростью, меньшей определенной обеспеченности. По скорости 15% обеспеченности судят о типах автомобилей или других экипажей, создающих помехи для движения.

Скорость 50% обеспеченности является средней скоростью движения на данном участке дороги.

По скорости 85% обеспеченности рассчитываются мероприятия по безопасности движения.

По скорости 95% обеспеченности судят о скорости свободного движения одиночных автомобилей.

Для определения скоростей движения заданной обеспеченности строят кумулятивную кривую (график функции распределения скоростей движения автомобилей). С этой целью определяют процентное количество автомобилей, едущих со скоростями меньше заданных; расчет ведут в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2

Расчет количества автомобилей, едущих со скоростью меньше заданной

Скорость		Сводка	Кол-во попаданий в интервале	Частость, %	Накопление частоты %
км/ч	время, с				
0-10	18				
10-20	9				
20-30	6				
30-40	5				
40-50	4				

50-60 60	3 3				
		Σ	Σ	100	100

После заполнения табл. 2 строятся графики зависимости частоты от скорости и зависимости накопленной частоты от скорости движения (рис. 1, рис. 2).

Уровень загрузки дороги определяется по формуле:

$$\mu = \frac{V_{50\%}}{V_{95\%}}.$$

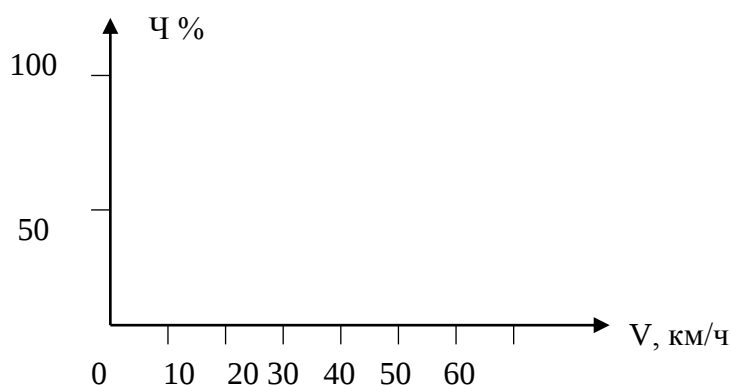


Рис.1. График зависимости частоты от скорости движения

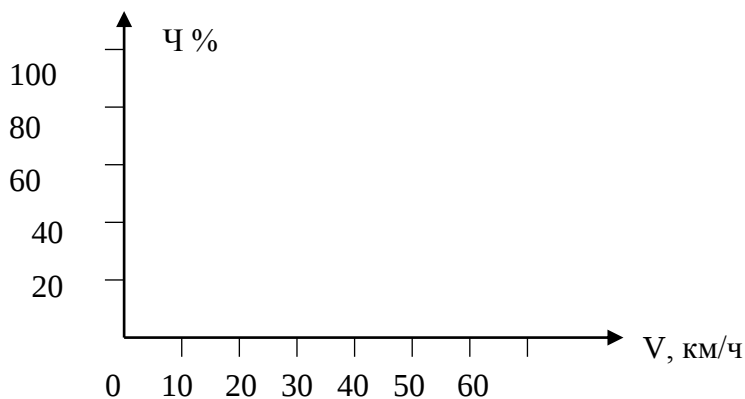


Рис. 2. График зависимости накопления частоты от скорости движения

Выводы

1. Средняя скорость движения на участке дороги км/ч.
2. Скорость движения заданной обеспеченности:
 $V_{15\%}=\dots$; $V_{50\%}=\dots$; $V_{85\%}=\dots$; $V_{95\%}=\dots$.
3. Типы автомобилей, создающих помехи для движения, и их количество.
4. Типы автомобилей, едущих со скоростями больше 85% обеспеченности.
5. Характеристики однородности движения (σ , C_v , μ).

Лабораторная работа 3

ИЗМЕРЕНИЕ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Общие положения

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:

$$\varphi = \frac{T}{Q},$$

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.

Существуют три группы методов измерения коэффициента сцепления:

- с использованием автомобиля;
- портативные приборы;
- с замером микропрофиля.

Измерения коэффициента сцепления с использованием автомобиля

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 :

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

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.

Определение коэффициента сцепления акселерометром

а) 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:

$$\varphi = \frac{\alpha}{g},$$

где α – замедление автомобиля (по шкале акселерометра), м/с²;

g – ускорение свободного падения, м/с².

б) 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:

$$\alpha = \frac{2h}{L},$$

где L – длина гидравлического акселерометра, м;

h – превышение уровней 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.

Определение коэффициента сцепления динамометрическим прицепом ПКРС-2У

Динамометрическая тележка ПКРС-2У (рис. 5) 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 [2].

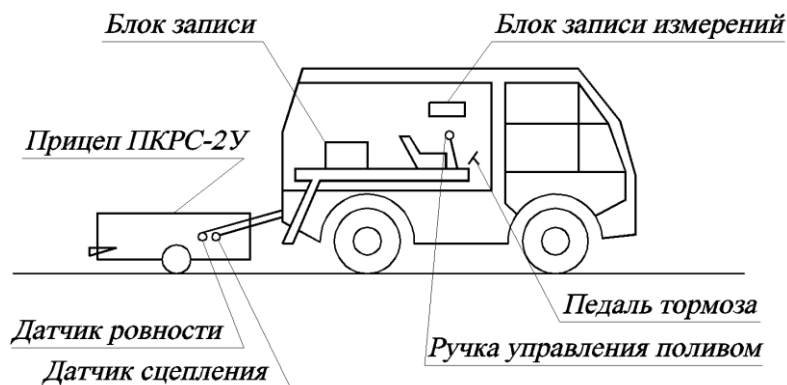


Рис. 5. Схема установки ПКРС-2У

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 (16).

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).

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. 6).

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 [3] 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.

Порядок выполнения лабораторной работы

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. 6) 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.

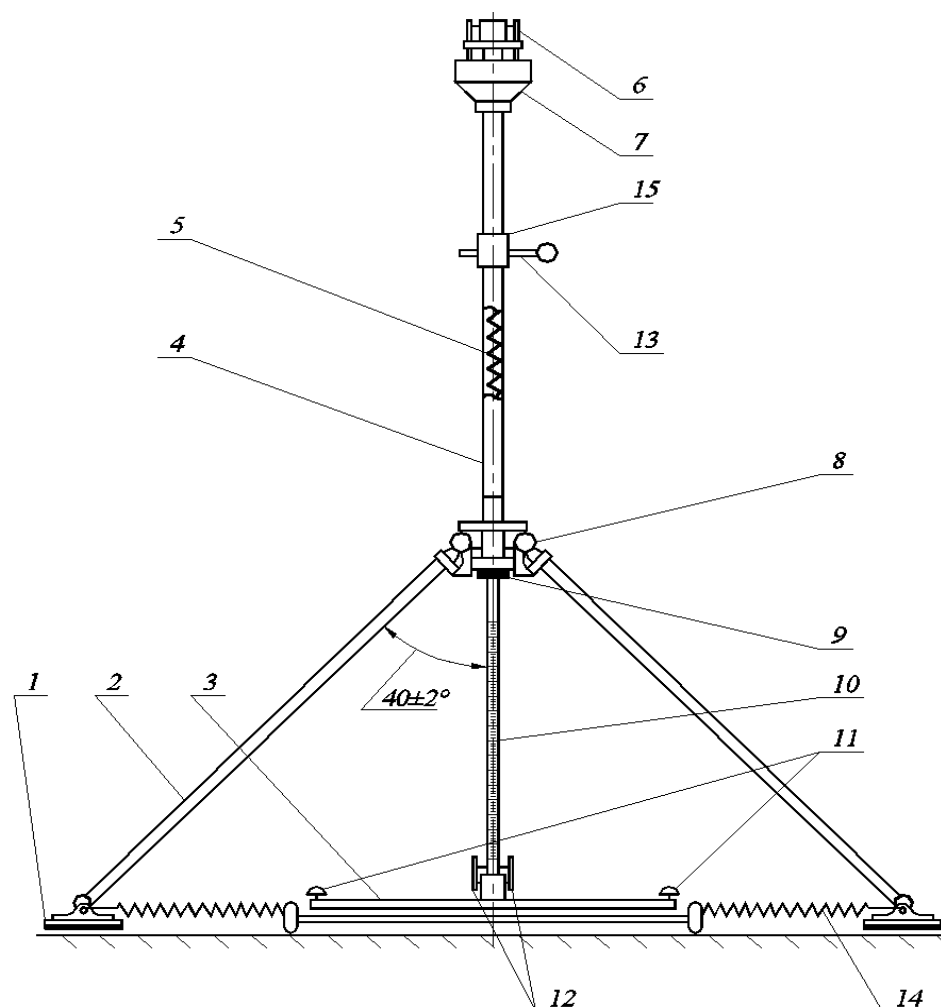


Рис. 6. Прибор портативный ППК-МАДИ-ВНИИБД для измерения коэффициента сцепления дорожных покрытий:

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

Увлажнить поверхность дорожного покрытия (под имитаторами и на расстояние 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 пока-

заний 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:

$$K = K_{из} + \frac{20 - t}{1000},$$

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:

$$i = \sqrt{i_{прод}^2 + i_{попер}^2},$$

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

Величина уклона, %	30-40	50-70	80-100
Величина поправки	0,01	0,02	0,03

Журнал определения коэффициента сцепления покрытия

Автомобильная дорога

Дата

Место измерений (км, пикет, направление, полоса)	Тип покрытия, год его укладки	Состояние покрытия	Результаты измерений
			1. 2. и т.д.

Обработка результатов измерения

1. Вычислить величину коэффициента сцепления с учетом поправок.
2. Определить величину тормозного пути по формуле:

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

Выводы

Записать выводы по работе в следующей последовательности:

- 1) значение коэффициента сцепления;
- 2) величина тормозного пути.

Сделать вывод о соответствии коэффициента сцепления нормативным требованиям. При несоответствии назначить мероприятия по повышению коэффициента сцепления.

Лабораторная работа 4

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ РОВНОСТИ ПОКРЫТИЯ

Общие положения

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:

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

При оценке продольной ровности дорожных покрытий выполняют сплошные или выборочные измерения в соответствии с [4, 5]. 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

сти. 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 4х2. 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 [6] (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. 7. 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.

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	Капитальный	860	170	350	9
		Облегченный	1100	240	460	12
500-1000	IV	Облегченный	1200	265	500	14
200-500		Переходный	-	340	510	-
До 200	V	Низший	-	510	720	-

В соответствии с [7] 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.

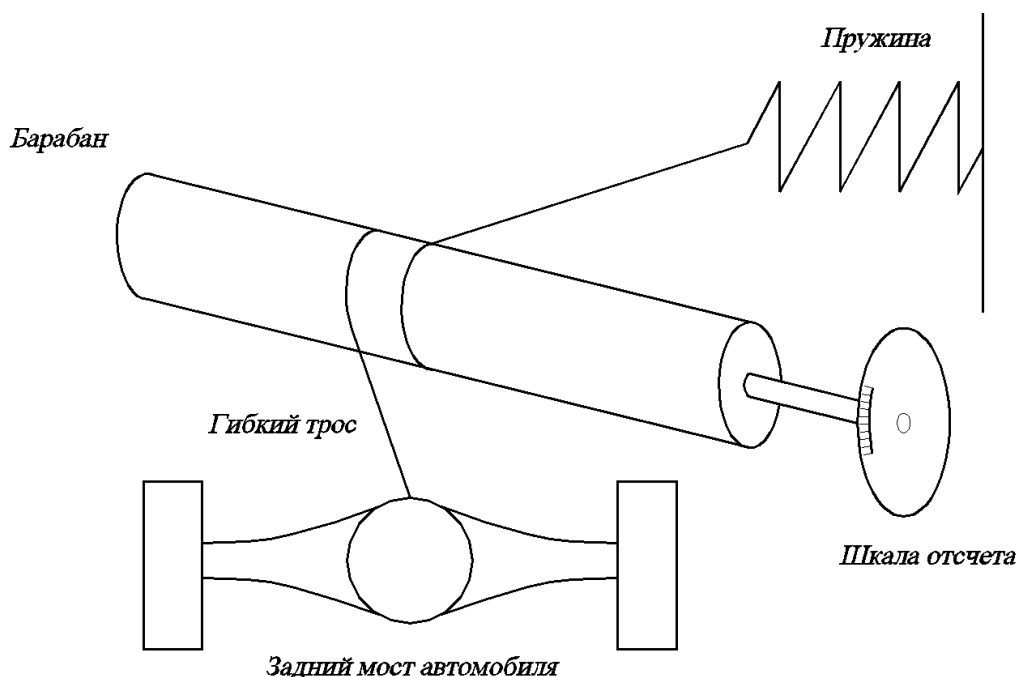


Рис. 7. Схема толчкомера

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.

Порядок выполнения лабораторной работы

Определение ровности покрытия с помощью трехметровой рейки

Трехметровая рейка и клиновой промерник должны отвечать требованиям [4] и должны быть аттестованы в соответствии с требованиями ГОСТ 24555.

Подготовка к измерениям

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.

Проведение измерений

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:

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

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.

Журнал

определения ровности покрытия трехметровой рейкой на дороге

Тип покрытия

Ширина проезжей части

Состояние покрытия

Время проведения измерений: год ____ число ____ день недели ____ часы с ____ по ____

Место замеров км, пк	№№ за- меров	Величина неровностей, см, в пределах меток на рейке					Количество неровностей, шт	Суммарная величина, см	Состояние покрытия
		0,5	1	1,5	2,0	2,5			
пк 22	1								
	2								
	и т.д....								
	30						Σ	Σ	

Обработка результатов измерения

Общее число измерений следует принять за 100% и определить число просветов под рейкой, превышающих максимально допустимую величину, установленную [7], и число просветов, меньших минимально допустимой величины. Следует также найти наибольшую величину просвета.

Измерения нивелиром и нивелирной рейкой

Требования к нивелиру и нивелирной рейке

Нивелир и рейка должны быть технически исправны, поверены и отвечать требованиям ГОСТ 10528.

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

Подготовка к измерениям. Проведение измерений

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. 8). Данные заносятся в журнал измерений.

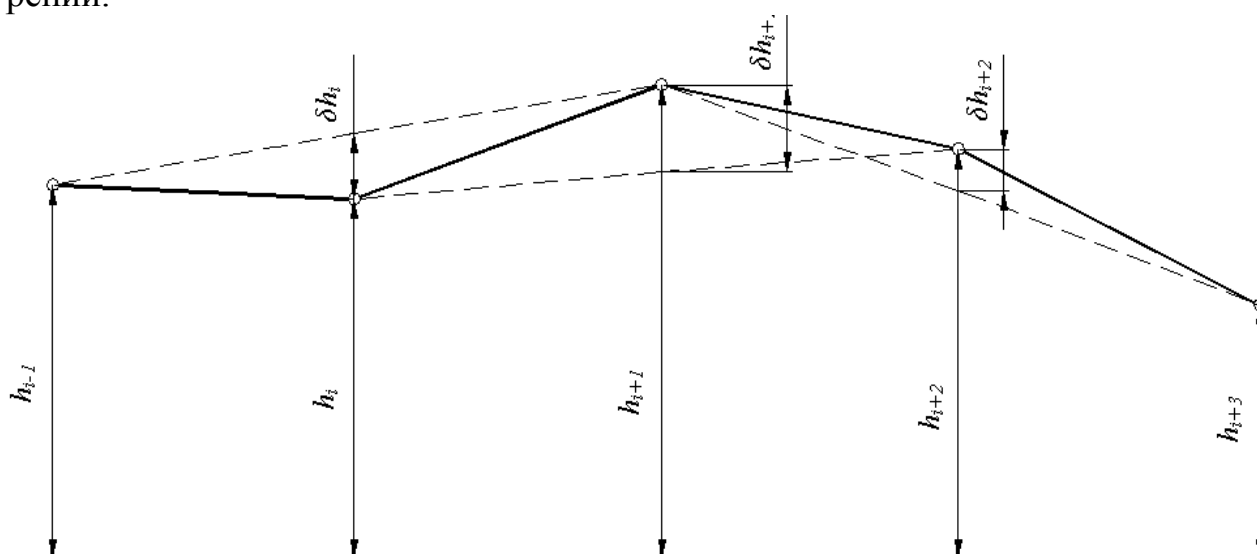


Рис. 8. Схема к определению ровности с помощью нивелира и нивелирной рейки

Журнал определения ровности покрытия нивелированием

Тип покрытия

Ширина проезжей части

Состояние покрытия

Время проведения измерений: год ____ число ____ день недели ____ часы с ____ по ____

Место замеров км, пк	№№ за- меров	Шаг между измеренными точками, м	Отметки по рейке	Амплитуды колебаний $\delta h_i = \left \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right $
пк 25	1 2 ...			
Допустимое значение в мм по [7] (в знаменателе для дорог IV и V категорий)				7,0/10,0
Количество амплитуд в %, превышающих допуск				
Количество амплитуд, не превышающих 1,5% допуска				
Количество амплитуд, превышающих 1,5% допуска				

Обработка результатов измерения

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. 8), по формуле:

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

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 [7] (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 .

Выводы

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.