

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения*



Могилёв 2020

УДК 625
ББК 39.311
Д74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «14» февраля 2020 г.,
протокол № 7

Составители: канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов;
ст. преподаватель Н. В. Курочкин

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях к лабораторным работам рассматриваются: методика учета интенсивности дорожного движения на автомобильных дорогах; определение геометрических элементов автомобильных дорог; оценка ровности дорожного покрытия; оценка шероховатости дорожного покрытия; контроль сцепных качеств автомобильных дорог; определение модуля упругости основания и дорожной одежды; поиск скрытых подземных коммуникаций под дорожной одеждой.

Учебно-методическое издание

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

Введение.....	4
Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ	5
1 Лабораторная работа № 1. Учет интенсивности и состава движения на автомобильных дорогах.....	7
2 Лабораторная работа № 2. Определение геометрических параметров автомобильных дорог.....	14
3 Лабораторная работа № 3. Измерение углов поворота (радиуса закругления) автомобильных дорог	18
4 Лабораторная работа № 4. Оценка ровности дорожного покрытия	21
5 Лабораторная работа № 5. Оценка шероховатости дорожного покрытия.....	29
6 Лабораторная работа № 6. Определение сцепных качеств дорожного покрытия.....	35
7 Лабораторная работа № 7. Определение модуля упругости основания и дорожной одежды	41
8 Лабораторная работа № 8. Поиск скрытых подземных коммуникаций трассопоисковым комплектом	44
Список литературы	47

Введение

Учебный план подготовки инженеров по специальности «Автомобильные дороги» предусматривает изучение дисциплины «Диагностика автомобильных дорог».

Лабораторные работы являются обязательной составной частью учебного процесса при изучении дисциплины и позволяют закрепить на практике полученные теоретические знания.

Выполненная лабораторная работа оформляется в виде отчёта, в котором кратко излагается методика выполнения работы, результаты измерений, расчёты и вывод по лабораторной работе. Все записи и рисунки в отчёте следует выполнять аккуратно.

Лабораторные работы защищаются по мере их выполнения. После защиты всех работ, выполненных в семестре, студент получает допуск к сдаче зачёта или экзамена.

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ

Общие требования безопасности.

1 Допуск обучающихся к выполнению частей лабораторных работ вне учебных аудиторий производится только после инструктажа по технике безопасности, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале. Получивший инструктаж подтверждает его прохождение подписью.

2 Инструктаж должен подтверждаться личной подписью инструктируемого в журнале регистрации инструктажей с указанием даты проведения инструктажа, вида инструктажа, фамилии и подписи инструктирующего.

3 Требования соблюдения техники безопасности являются обязательными для обучающихся и невыполнение этих требований рассматривается как нарушение дисциплины. Соблюдение всех требований, правил охраны труда, трудовой и производственной дисциплины являются обязанностью каждого обучающегося.

4 Обучающимся запрещается:

- пользоваться инструментом, инвентарем и оборудованием, безопасному обращению с которым он не обучен;
- употребление спиртных напитков, наркотических и токсических веществ, курение;
- прикасаться к электрическим (оголенным, оборванным) проводам;
- самовольная (без предупреждения руководителей) отлучка с места прохождения практических работ.

5 В случае заболевания, плохого самочувствия обучающемуся следует сообщить о своем состоянии преподавателю и обратиться за медицинской помощью.

Требования безопасности перед началом работ.

1 Обучающийся должен внимательно изучить содержание и порядок проведения практической работы, а также безопасные приемы ее выполнения.

2 Обучающийся должен осмотреть приборы, которые будут использоваться в работе, и убедиться в их исправности.

3 Обучающийся должен убедиться в отсутствии опасных производственных факторов на месте выполнения работы.

4 Обо всех недостатках, обнаруженных во время лабораторных работ, обучающийся должен сообщить преподавателю.

Требования безопасности во время проведения работ.

1 Во время работы обучающийся должен точно выполнять все указания преподавателя, без его разрешения не производить самостоятельно никаких работ.

2 Во время работы с приборами обучающийся должен вести себя спокойно и выдержанно, избегать конфликтных ситуаций, которые могут вызвать нервно-эмоциональное напряжение и отразиться на безопасности труда.

3 Обучающемуся следует быть внимательным, не отвлекаться от выполнения своих обязанностей.

4 Обучающемуся нужно быть внимательным и контролировать изменение окружающей обстановки, особенно в неблагоприятных погодных условиях (дождь, туман, снегопад, гололед и т. п.) и в темное время суток.

5 Обучающемуся необходимо быть очень внимательным на дорогах, соблюдать правила дорожного движения (ПДД) и переходить дорогу в строго установленных местах. Пользоваться светоотражающими элементами в темное время суток.

6 Во время работы следует пользоваться только исправными инструментами для обследования автомобильных дорог.

7 Все приборы и приспособления для выполнения работ должны быть в исправном состоянии; обнаруженные во время проверки дефекты следует устранить.

8 Обучающемуся следует проявлять осторожность при переноске приборов, чтобы не споткнуться во время ходьбы о возможные препятствия.

9 Если на пути следования имеются какие-либо препятствия, следует обойти эти препятствия.

10 При переноске любых грузов следует соблюдать установленные нормы перемещения (для мужчин и женщин) тяжестей вручную.

11 При переноске тяжестей на расстояние до 25 м для мужчин допускается максимальная нагрузка 50 кг.

12 Для предупреждения микротравм рук поверхности приборов и оборудования должны быть гладкими (без зазубрин и заусенцев).

13 Особую осторожность необходимо соблюдать во время работы в местах, где имеются токоведущие части электрооборудования или любые другие потребители электрической энергии.

14 Для предупреждения случаев травматизма не следует производить работу при недостаточной освещенности.

15 При несчастном случае, отравлении, внезапном заболевании необходимо немедленно оказать первую помощь пострадавшему, вызвать врача или помочь доставить пострадавшего к врачу, а затем сообщить руководителю о случившемся.

16 При обнаружении пожара или признаков горения на территории рабочей зоны необходимо немедленно уведомить об этом пожарную охрану по телефону 101 и принять меры по тушению очага возгорания с помощью первичных средств пожаротушения.

Требования безопасности по окончании работ.

1 Используемые во время работы приборы и оборудование следует сложить в специально отведенное для них место.

2 Тщательно вымыть руки теплой водой с мылом.

1 Лабораторная работа № 1. Учет интенсивности и состава движения на автомобильных дорогах

Цель работы: ознакомление с методикой учета интенсивности дорожного движения на автомобильных дорогах, а также состав потока.

Порядок проведения измерений

Учет движения транспортных средств производится с целью получения и накопления информации об общем количестве транспорта, проходящего по автомобильным дорогам. При учете транспортных средств определяют интенсивность и состав движения. Число транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени (час, сутки), называется интенсивностью движения. Состав движения определяют по количеству отдельных групп подвижного состава (в процентах или долях единицы), находящихся в общем потоке транспортных средств.

Анализ интенсивности и состава движения позволяет устанавливать соответствие транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог данной технической категории, определять грузонапряженность автомобильных дорог, дает возможность контролировать износ дорожной одежды в межремонтные сроки, а также повышать эффективность использования средств, выделяемых на ремонт и содержание дорог.

Место, где ведется подсчет транспортных средств, проходящих по дороге, называется учетным пунктом. Учетные пункты располагают:

- у пересечений автомобильных дорог;
- в местах примыканий к основным дорогам других дорог;
- на подходах к административным центрам;
- на развилках автомобильных дорог.

Учет интенсивности движения и расчет характеристик транспортного потока проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 32965.

Учет интенсивности движения проводится двумя методами: автоматизировано или визуально. По продолжительности учет интенсивности движения подразделяется на долговременный и кратковременный.

Учитывать движение можно постоянно, используя специальные счетчики (контактные, магнитные, радиолокационные и др.), и периодически – по 16 дней в году. Если нет счетчиков, учет интенсивности производится подсчетом транспортных средств визуально.

Долговременный учет интенсивности движения выполняется на стационарных пунктах учета интенсивности движения с применением средств автоматизации. Данные долговременного учета интенсивности движения используются для определения коэффициентов, применяемых при расчете среднегодовой суточной интенсивности по результатам кратковременного учета.

Кратковременный учет интенсивности движения выполняется на временных пунктах учета автоматизировано или визуально.

При выполнении лабораторных работ используется кратковременный учет интенсивности движения.

При учете интенсивности движения данные должны содержать информацию, кратную 1 ч.

На автомобильных дорогах с количеством полос четыре и более учет интенсивности движения следует проводить в прямом и обратном направлениях раздельно. Учет интенсивности движения следует проводить в рабочие дни недели. Учет интенсивности движения не проводят в те дни, которые значительно изменяют интенсивность движения.

Группы транспортных средств, подлежащих учету, приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Группы транспортных средств, подлежащих учету

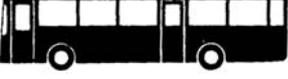
Группа транспортного средства	Тип транспортного средства
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него
2	Двухосные грузовые автомобили
3	Трехосные грузовые автомобили
4	Четырехосные грузовые автомобили
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)
11	Шестиосные седельные автопоезда
12	Автомобили с семью и более осями и другие
13	Автобусы

Таблица 1.2 – Группы транспортных средств, подлежащих учету

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства
1	Мотоциклы
2	Легковые автомобили и небольшие грузовики (фургоны)
3	Легковые автомобили с прицепом
4	Грузовики, небольшие тяжелые грузовики, малые автобусы
5	Автопоезда (тягач с прицепом или полуприцепом)
6	Автобусы

При определении интенсивности движения применяют международную систему классификации транспортных средств, согласно которой подвижной состав подразделяют на четыре категории: А, В, С, D (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Категории транспортных средств, подлежащих учету

Категория транспортного средства	Рисунок	Тип транспортного средства
А		Мотоциклы
В	 	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него
С	 	Двухосные грузовые автомобили
		Трехосные грузовые автомобили
		Четырехосные грузовые автомобили
		Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)
		Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)
		Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
		Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
		Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)
		Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)
		Шестиосные седельные автопоезда
		Автомобили с семью и более осями и другие
Д		Автобусы

Категория А – механические транспортные средства, имеющие не более трех колес (мотоциклы с коляской или без коляски, включая мотороллеры и трехколесные мотоциклы).

Категория В – пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности (автомобили, включая грузопассажирские автофургоны, с количеством мест для сидения не более девяти, включая место водителя, и легкие автофургоны, допустимая максимальная масса которых не превышает 3,5 т). Пассажирские и грузовые транспортные средства малой грузоподъемности учитываются независимо от наличия или отсутствия прицепов.

Категория С – грузовые дорожные транспортные средства (грузовые автомобили, допустимая максимальная масса которых превышает 3,5 т; грузовые автомобили с одним или несколькими прицепами; тягачи с полуприцепами и одним или несколькими прицепами; тягачи без прицепов и полуприцепов) и специализированные транспортные средства.

Категория D – городские автобусы, автобусы дальнего следования и троллейбусы.

Легкие механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям А и В.

Тяжелые механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям С и D.

Форма учета интенсивности движения при визуальном методе учета приведена на рисунке 1.1.

Учет интенсивности движения проводится в светлое время суток непрерывно в течение не менее 4 ч. При проведении лабораторных работ допускается проведение замеров продолжительностью в 15 мин.

Процедура визуального метода учета интенсивности движения осуществляется путем последовательного зачеркивания порядковых номеров соответствующих типов транспортных средств, приведенных в форме учета интенсивности (см. рисунок 1.1), или их отметкой в других формах.

При учете интенсивности в городе проводится по каждой полосе (направлению) движения или типу (типам) транспортных средств отдельно.

Для учета влияния в смешанном транспортном потоке различных типов транспортных средств применяют коэффициенты приведения к условному легковому автомобилю.

Приведенную интенсивность движения рассчитывают по формуле

$$N_{np} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{npi}, \quad (1.1)$$

где N_i – интенсивность движения автомобилей данного типа;

K_{npi} – соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей;

n – число типов автомобилей, на которые разделены данные наблюдений.

Коэффициенты приведения определяются по таблице 1.4.

Форма учета интенсивности движения по ГОСТ 32965-2014

Автомобильная дорога _____

Место учета на _____ км. Участок дороги (перегон) № _____ км _____ км

Число полос движения _____

Дата проведения учета _____

число, месяц, год, день недели

Время учета: начало _____ окончание _____
часы часы

Направление движения из _____ в _____
населенный пункт населенный пункт

Рисунок	Количество транспортных средств по каждому часу, шт.				Итого, шт.
	___ ч — ___ ч	___ ч — ___ ч	___ ч — ___ ч	___ ч — ___ ч	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	
	29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52	29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52	29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52	29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	
	29 30 31 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53	29 30 31 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53	29 30 31 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53	29 30 31 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 34 35	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 34 35	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 34 35	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 33 34	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 31 32 33	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	

Учет интенсивности выполнил _____

подпись

Ф. И. О

Рисунок 1.1 – Форма учета интенсивности движения

Таблица 1.4 – Коэффициенты приведения к условному автомобилю в соответствии с ТКП 45-3.03-19–2006

Тип транспортного средства	Коэффициент приведения
Легковые автомобили и мотоциклы, микроавтобусы	1,0
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2 включ.	1,3
св. 2 " 6 "	1,4
" 6 " 8 "	1,6
" 8 " 14 "	1,8
" 14 "	2,0
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
до 12 включ.	1,8
св. 12 " 20 "	2,2
" 20 " 30 "	2,7
" 30 "	3,2
Автобусы малой вместимости	1,4
То же, средней	2,5
" большой	3,0
" сочлененные и троллейбусы	4,6
<i>Примечание</i> – Коэффициенты приведения для специальных автомобилей следует принимать, как для базовых автомобилей соответствующей грузоподъемности	

Интенсивность транспортного потока в приведенных единицах также можно определить, используя процентное соотношение транспортных средств в потоке.

В этом случае приведенная интенсивность движения

$$N_{np} = \frac{\sum (N_i P_i K_{npi})}{100}, \quad (1.2)$$

где P_i – процентное содержание в потоке транспортных средств i -го типа.

Результаты расчета приведенной интенсивности движения в каждом направлении заносятся в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 – Форма для представления данных об интенсивности движения по направлениям

Направление	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N_{np} , ед./ч												

По результатам проведенного обследования необходимо сделать вывод, в котором будут отражены причины неравномерности интенсивности и состава

транспортного потока по разным направлениям.

На основании расчета приведенной интенсивности на графическом листе формата А4 вычерчивается схема перекрестка (при условии того, что замеры проводились на перекрестке), на которую наносится картограмма интенсивности транспортных потоков. Пример картограммы приведен на рисунке 1.2.

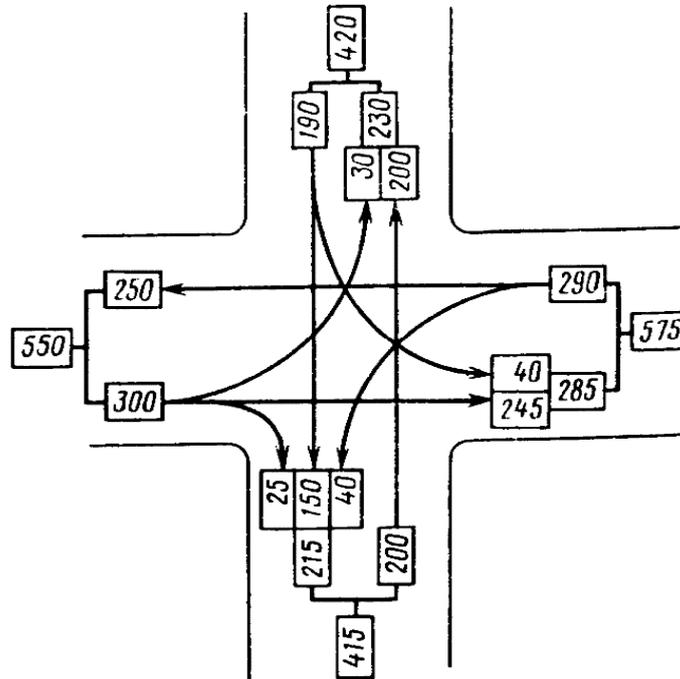


Рисунок 1.2 – Пример картограммы интенсивности транспортных потоков

Задача. Произвести замер интенсивности дорожного движения на одной из улиц города. Выполнить необходимые расчеты и полученные результаты представить в отчете.

Структура отчета.

В отчете приводятся результаты определения интенсивности и состава транспортного потока в одном направлении. Указывается доля каждого типа транспортных средств в общем потоке, интенсивность и состав транспортного потока во всех направлениях.

Приводится расчет приведенной интенсивности движения в каждом направлении и картограмма интенсивности транспортных потоков.

Указываются выводы о причинах неравномерности интенсивности движения по направлениям.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего определяют интенсивность движения?
- 2 Что понимают под интенсивностью движения?
- 3 Как определяют состав потока?
- 4 Расскажите о методике определения интенсивности движения.

2 Лабораторная работа № 2. Определение геометрических параметров автомобильных дорог

Цель работы: ознакомление с методикой определения геометрических параметров автомобильной дороги.

Геометрические элементы должны обеспечивать пространственную плавность и зрительную ясность автомобильной дороги, гармоничное ее сочетание с окружающим ландшафтом местности, для чего:

- в углы поворота трассы вписывают кривые постоянной или переменной кривизны, как самостоятельные элементы плана или в сопряжении друг с другом;
- переломы продольного профиля при разработке проектной документации на строительство новых автомобильных дорог I...III категории, а также на реконструкцию автомобильных дорог категории I-а и I-б сопрягают вертикальными кривыми постоянной или переменной кривизны независимо от алгебраической разности уклонов сопрягаемых участков (требования к сопряжению переломов продольного профиля в проектной документации на строительство автомобильных дорог IV...V категории и реконструкцию дорог категории I-в и II...V, а также капитальный ремонт автомобильных дорог независимо от их категории устанавливаются в стандартах или иных нормативных актах);
- прямолинейные и криволинейные отрезки дороги по протяженности должны быть соразмерны между собой, а радиусы смежных кривых в плане не должны отличаться друг от друга более чем в 1,3 раза.

К основным определяемым параметрам геометрических элементов автомобильной дороги относятся:

- ширина полосы движения;
- ширина дополнительных полос движения на подъеме;
- ширина переходно-скоростных полос;
- наименьшая ширина центральной разделительной полосы без дорожных ограждений;
- наименьшая ширина центральной разделительной полосы с ограждением по оси дороги;
- ширина краевой полосы у разделительной полосы;
- ширина краевой полосы у обочины;
- ширина укрепленной части обочины;
- ширина грунтовой части обочин (при наличии укрепленной части);
- расстояния до ограждений на обочинах дорог;
- ширина обочины при отсутствии дорожных ограждений;
- размеры площадок для остановки автомобилей на затяжных подъемах;
- уклоны автомобильной дороги.

Численные значения параметров автомобильных дорог и улиц регламентируются требованиями технических нормативно-правовых актов, а именно:

- ТКП 45-3.03-19–2006 *Автомобильные дороги. Нормы проектирования*;

– ГОСТ 33475–2015 *Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования;*

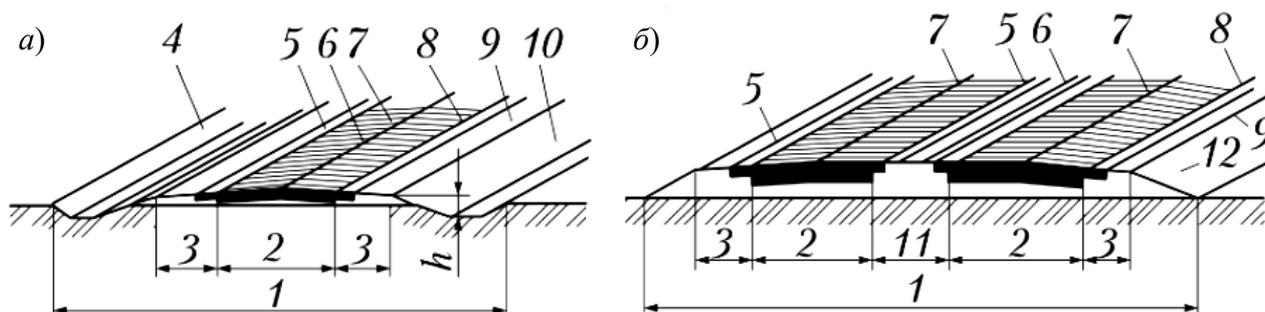
– ТКП 45-3.03-3–2004 *Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов.*

Геометрические параметры автомобильных дорог и элементы поперечного профиля представлены в таблице 2.1 и на рисунке 2.1

Таблица 2.1 – Геометрические параметры автомобильных дорог

Наименование параметра поперечного профиля	Значение параметра поперечного профиля для категорий дорог					
	I-a	I-б, I-в	II	III	IV	V
1 Число полос движения	4; 6	4; 6	2	2	2	2
2 Ширина полосы движения	3,75	3,5	3,5	3,5	3	2,75
3 Ширина проезжей части	7,5 × 2 11,25 × 2	7 × 2 10,5 × 2	7	7	6	5,5
4 Ширина обочины, в т. ч.:	3,75	3	3	2,5	2	1,25
укрепленной полосы	–	0,5	0,75	0,5	0,5	–
остановочной полосы	2,5	2,5	–	–	–	–
5 Наименьшая ширина разделительной полосы, в т. ч.:	2 + s	2 + s	–	–	–	–
укрепленной полосы	0,75	0,5	–	–	–	–
6 Ширина дорожного полотна	24,5 + s	22 + s	13	12	10	8
	32 + s	29 + s				

Примечание – s – ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе



a – с одной проезжей частью; *б* – с двумя проезжими частями и разделительной полосой; 1 – земляное полотно; 2 – проезжая часть; 3 – обочина; 4 – внешний откос боковой канавы (кювет); 5 – укрепленная полоса; 6 – ось дороги; 7 – ось проезжей части; 8 – кромка проезжей части; 9 – бровка насыпи; 10 – внутренний откос боковой канавы; 11 – разделительная полоса; 12 – откос насыпи

Рисунок 2.1 – Элементы поперечного профиля

Для определения геометрических элементов автомобильных дорог используются следующие средства испытания, вспомогательные устройства и матери-

алы: теодолит; тахеометр электронный; лента мерная; рейка, дальномер; веха геодезическая; отражатель с материалом световозвращающим и др.

Измерения линейных параметров проводят на поверхности измеряемого слоя.

Ширину проезжей части измеряют на каждом характерном участке (на прямых, кривых в плане и профиле, в местах сужений и изменения ширины, над трубами, на мостах и путепроводах, на высоких насыпях, в местах установки ограждений), но не реже чем одно измерение на километр.

Длину участка и ширину элементов дороги в плане можно определять при помощи: мерной лентой; курвиметром, представляющим собой колесо окружностью 1,0 м, установленное на вилке с ручкой и соединенное зубчатой передачей со счетчиком; приемниками GPS; тахеометрами.

Параметры уклона автомобильной дороги оцениваются значениями показателей продольного, поперечного уклонов и уклона обочины. *Продольный уклон* определяется двумя способами: при помощи нивелира и рейки и при помощи дорожной универсальной рейки с базой измерения 3000 мм для измерения поперечных уклонов. Рейка используется при операционном контроле, а нивелир при приемочном контроле автомобильной дороги.

Подготовка к работе

Для проведения измерений выбирают участок основания или покрытия автомобильной дороги длиной 300...400 м.

Сборку рейки в рабочее положение проводят так, чтобы исключить возможные зазоры (люфт) между сборными частями.

Для проверки рабочего состояния рейки необходимо выполнить следующую процедуру. На ровной поверхности при видимом отсутствии посторонних предметов отметить места приложения каждого края рейки мелом и снять со шкалы значение уклона. Перевернуть рейку на 180° , приложить ее точно в отмеченные места приложения и снять значение уклона повторно.

Значения полученных отсчетов не должны отличаться более чем на 3 % с точностью до 1 %.

При несоблюдении данного условия необходимо откорректировать показания рейки путем ослабления винта шкалы и ее поворота в сторону уменьшения величины уклона. Поворот шкалы осуществляется на величину, равную половине разницы между полученными результатами.

Данную процедуру необходимо повторять до достижения заданной величины отклонения.

Ход работы

Измерение ширины и поперечных уклонов проезжей части, обочины и заложения откосов земляного полотна.

Студенты отмеряют заданную длину участка при помощи курвиметра или рулетки, ширину проезжей части, обочин, тип покрытия, поперечные

уклоны проезжей части.

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. При многополосной проезжей части дороги рейку следует прикладывать на расстоянии 0,5...1,0 м от границы каждой полосы движения. Места приложения рейки должны быть равномерно расположены по длине участка измерений.

Результаты измерений заносят в ведомость (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Ведомость измерений геометрических параметров

Место измерения			Ширина полосы движения, м	Ширина обочины	Ширина краевой полосы у обочины	Ширина укрепленной части обочины	Ширина центральной раздельной полосы, м	Поперечный уклон проезжей части, ‰	Уклон обочины, ‰	Продольный уклон по нивелиру, ‰
км	ПК	+								

Измерение продольного уклона основания (покрытия).

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). Места установки должны быть обозначены метками. Шаг меток ($5 \pm 0,2$) м.

Измерения следует проводить, последовательно устанавливая нивелирную рейку на каждую из меток.

Обработка данных и представление результатов измерений.

По данным нивелирования вычисляют относительные отметки h^1 точек поверхности покрытия или основания. По относительным отметкам точек поверхности определяют уклон данного участка по формуле

$$\text{Уклон} = \frac{h^1 - h}{L}, \quad (2.1)$$

где h и h^1 – относительные отметки предыдущей и последующей точки, мм;
 L – расстояние между точками измерения, мм.

Результаты измерения заносят в ведомость (см. таблицу 2.2).

Контрольные вопросы

- 1 Для чего определяют геометрические параметры дорог?
- 2 Что относится к элементам автомобильной дороги? Как определяются их геометрические параметры?
- 3 Геометрические размеры элементов автомобильных дорог различных технических категорий?

3 Лабораторная работа № 3. Измерение углов поворота (радиуса закругления) автомобильных дорог

Цель работы: ознакомление с методикой определения геометрических параметров автомобильной дороги геодезическими приборами.

Для определения геометрических элементов автомобильных дорог используются следующие средства испытания, вспомогательные устройства и материалы: теодолит; тахеометр электронный (Trimbe M1, M3, Leica TS 02, TS 09 Plus); лента мерная; дальномер; веха геодезическая, отражатель с материалом световозвращающим.

Порядок определения радиуса кривой в плане.

При помощи теодолита или тахеометра по внешней кромке проезжей части определяется входной (A1-O) и выходной (A2-O) створы кривой в плане (рисунок 3.1).

На пересечении створов в точке O определяется угол поворота α , в который вписана кривая в плане. При помощи теодолита или тахеометра определяется середина кривой B путем откладывания угла β , град, вычисляемого по формуле

$$\beta = \frac{180^\circ - \alpha}{2}. \quad (3.1)$$

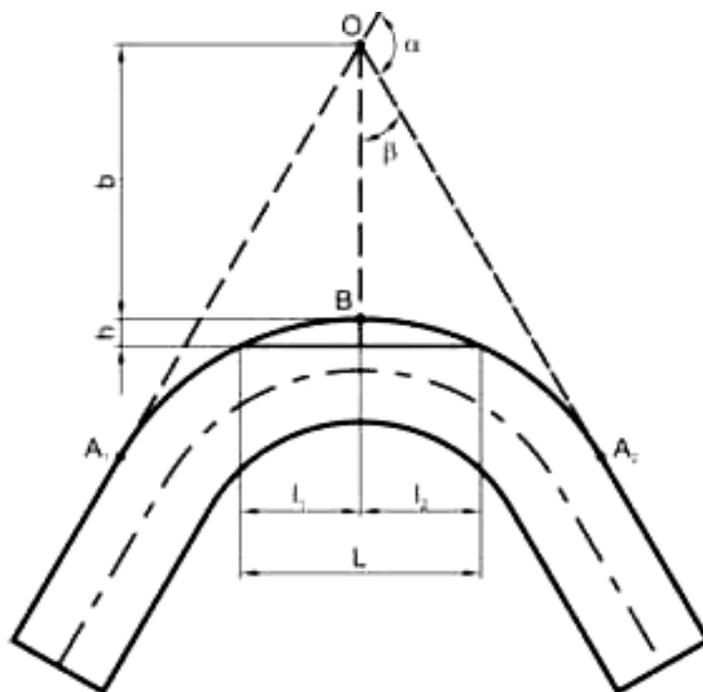


Рисунок 3.1 – Схема определения радиуса кривой в плане

Мерной лентой или дальномером получают расстояние b . По кромке проезжей части отсекается сегмент окружности высотой h и длиной хорды L . При этом должно соблюдаться условие $l_1 = l_2$.

Радиус кривой в плане R , м, определяется по формуле

$$R = \frac{L^2 + 4h^2}{8h}. \quad (3.2)$$

За результат измерения принимают среднеарифметическое значение результатов трех измерений, округленное до 10 м.

Проверка найденного значения радиуса R , м, проводится по формуле

$$R = \frac{b \cos(\alpha / 2)}{1 - \cos(\alpha / 2)}. \quad (3.3)$$

Разница в определении радиуса закругления в плане не должна превышать 10 %. При неудовлетворительном результате проверки проводятся повторные измерения.

При наличии на закруглении в плане переходных кривых надежные значения радиуса кривой могут быть получены только при измерениях в средней части. Конец переходной кривой и начало круговой кривой могут быть установлены путем последовательных измерений высоты сегмента окружности h , со смещением каждый раз ленты на 5...10 м к середине кривой. Постоянные ее значения будут свидетельствовать о замерах в пределах круговой кривой.

Порядок определения расстояния видимости встречного автомобиля в плане.

При помощи мерной ленты на проезжей части автомобильной дороги в пределах кривой и за 100 м от ее начала и конца производится разбивка пикетажа через 25...50 м с привязкой к имеющемуся на автомобильной дороге километражу (рисунок 3.2).

Легковой автомобиль с первым работником устанавливается на середине проезжей части на пикете 1. Второй работник со световозвращающим отражателем перемещается по осевой линии от транспортного средства (ТС) к середине закругления до тех пор, пока не скроется видимость ТС для первого работника, о чем первый работник информирует по мобильной связи второго. Второй работник отмечает на оси проезжей части положение точки 1*.

В дальнейшем последовательно производятся указанные действия на пикетах 2–10 и определяется местоположение точек 2*–10*.

Расстояние видимости встречного ТС S1 от пикета 1 определяется расстоянием, измеренным по осевой линии до точки 1*, S2 от пикета 2 до точки 2* и т. д. (см. рисунок 3.2).

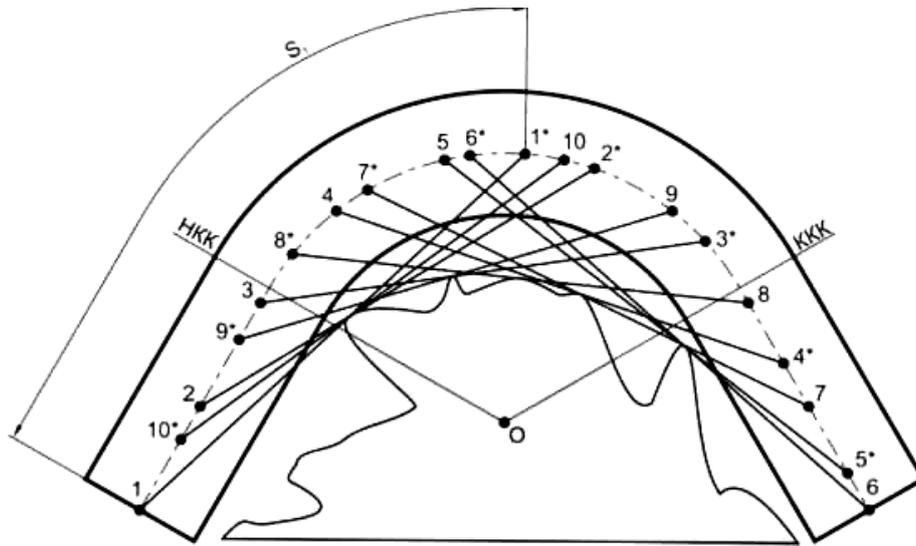


Рисунок 3.2 – Схема определения видимости встречного транспортного средства в плане

Для определения объемов работ по обеспечению нормативной видимости встречного ТС вычерчивается в масштабе план закругления с указанием границ препятствия, ограничивающего видимость.

От начала (конца) закругления по оси проезжей части откладывается протяженность нормативного расстояния видимости встречного ТС S_0 и отмечается точка 0. Перпендикуляр, проложенный из центра кривой O к линии 0–НКК (0–ККК) является радиусом R_0 . Построенная с данным радиусом окружность является границей, до которой должна быть обеспечена срезка откосов, вырубка деревьев и т. п. для обеспечения нормативной видимости на закруглении в плане (рисунок 3.3).

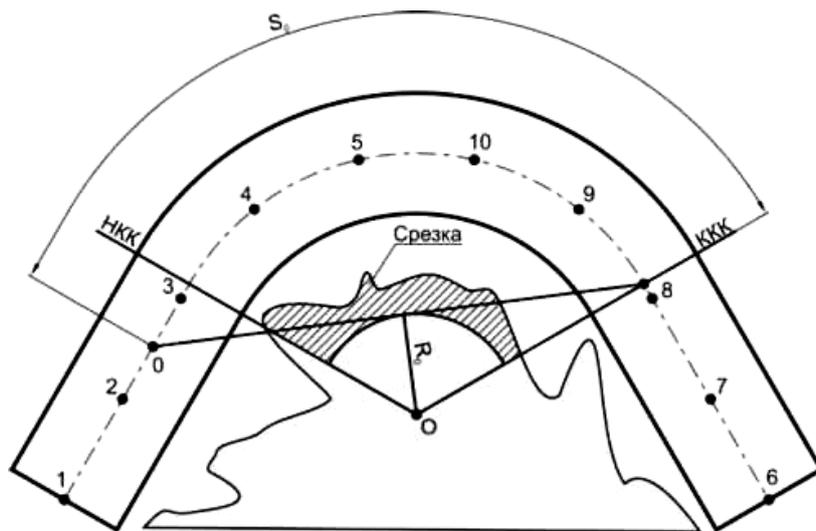


Рисунок 3.3 – Схема определения объемов работ для обеспечения видимости встречного транспортного средства

Контрольные вопросы

- 1 Для чего определяют геометрические параметры дорог?
- 2 Как определяют радиус кривой в плане?
- 3 Для чего необходимо определение видимости встречного потока?

4 Лабораторная работа № 4. Оценка ровности дорожного покрытия

Цель работы: изучение методики определения ровности дорожного покрытия, произвести измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.

Важным эксплуатационным показателем автомобильных дорог является степень ровности проезжей части, величина которой характеризует условие работы автомобильного транспорта, а также состояние дорожной одежды, ее износ и срок службы.

Ровность дороги – это характеристика поверхности дороги, определенная наличием неровностей или отклонений фактической поверхности от проектной, вызывающих при проезде автомобиля колебания его колес и кузова.

Ровность дорожного покрытия характеризуется отступлениями (неровностями) фактического продольного и поперечного профилей проезжей части от проектных значений. Различают продольную и поперечную ровность, визуальное их отображение представлено на рисунке 4.1.

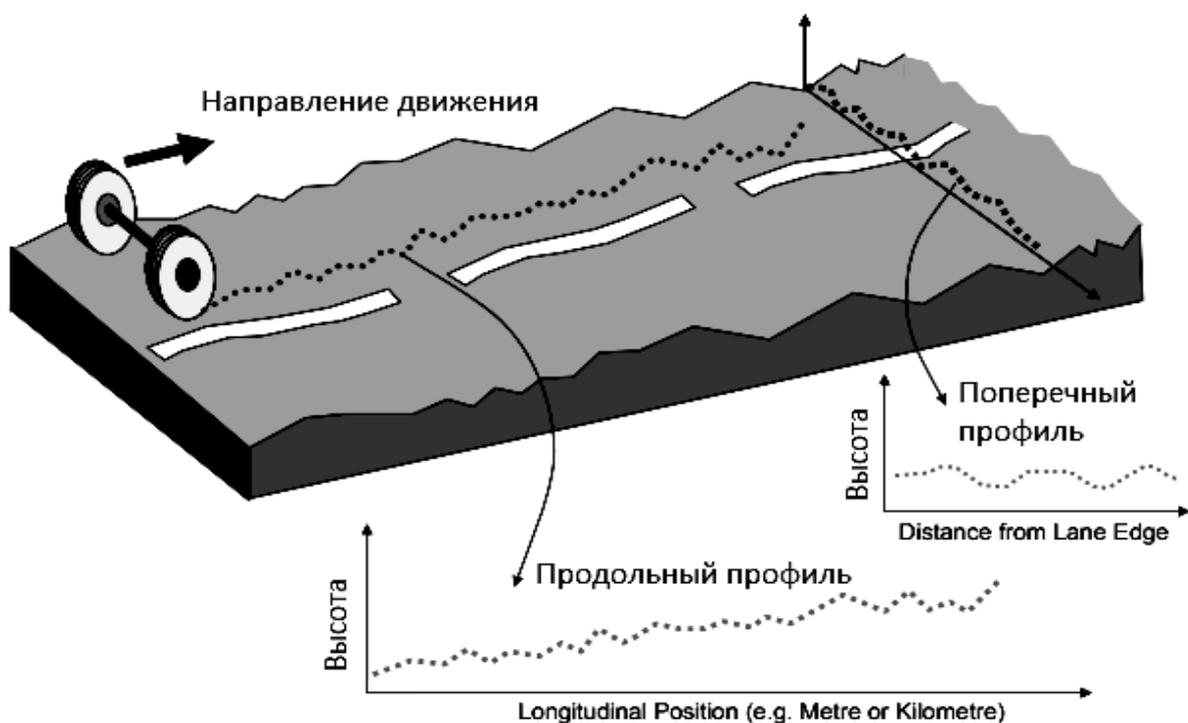


Рисунок 4.1 – Продольная и поперечная ровность

Для оценки ровности применяются различные методы. В качестве численных критериев используются:

- величина и число просветов (в миллиметрах) под измерительной рейкой;
- сумма сжатий рессор автомобиля или специального прицепа (в сантиметрах на 1 км) при движении со скоростью 50 км/ч;
- коэффициент ровности;
- индекс ровности покрытия IRI и др.

Степень ровности дорожных покрытий регулярно контролируют как при строительстве, ремонте, так и при эксплуатации автомобильных дорог.

В настоящее время в странах – членах Таможенного союза наиболее широко применяют методы контроля ровности покрытий автомобильных дорог, основанные на следующих подходах:

- 1) *измерение рейкой длиной 3 м с клиновым промерником*, предусматривающее измерение величины просвета под рейкой;
- 2) *измерение нивелиром и нивелирной рейкой*, предусматривающее вычисление модуля разности вертикальных отметок поверхности с шагом 5, 10, 20 м;
- 3) *измерение с применением автомобильной установки ПКРС-2* или другими приборами, показания которых приведены к показаниям ПКРС, предусматривающее определение интенсивности (уровня) вертикальных колебаний прицепного прибора относительно подрессоренного кузова, выражаемое в виде суммарного перемещения неподдресоренной массы в сантиметрах относительно подрессоренной на 1 км дороги.

При приемке в эксплуатацию дорог I–IV категорий преимущественно проводится оценка ровности поверхности в продольном направлении *методом профилирования* путем сплошного измерения на всем сдаваемом участке (отрезками по 50 м) по каждой полосе движения при новом строительстве – по устроенным нижнему и верхнему слоям покрытия, при реконструкции и капитальном ремонте – по устроенному верхнему слою покрытия. На дорогах V и VI категорий допускается использование *3-метровой рейки*.

Требования к ровности покрытия по условиям безопасности установлены в СТБ 1291–2016, для участков дорог, вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, – в ТКП 059–2012.

Оценка продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 м по Международному индексу ровности IRI (International Roughness Index).

При детальной диагностике, с целью выявления наиболее неровных участков дорог и обоснованного принятия проектных решений, оценку продольной ровности рекомендуется выполнять не реже чем через 50 м.

Оценка ровности дорожных покрытий по показателям IRI в период эксплуатации дорог осуществляется по ГОСТ 33388–2015 (таблица 4.1).

Ровность покрытия по IRI при измерении профилометрическим методом по ТКП 140–2015 должно соответствовать данным, представленным в таблице 4.2.

Для определения показателя продольной ровности с переходным и низшим типами дорожных одежд применяют толчкомеры типа ПКРС.

Измерения ровности покрытия с использованием 3-метровой рейки проводится в соответствии с ГОСТ 30412–96. Применение 3-метровой рейки регламентировано в ТКП 059–2012.

Таблица 4.1 – Дифференцированная оценка ровности по шкале IRI по ГОСТ 33388–2015

Техническая категория автомобильной дороги	Оценка ровности по Международному индексу ровности IRI, м/км			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<i>Усовершенствованные капитальные виды покрытий</i>				
I-а, I-б	До 2,6	Св. 2,6 до 3,1	Св. 3,1 до 3,7	Св. 3,7
I-в, II	До 3,1	Св. 3,1 до 3,6	Св. 3,6 до 4,2	Св. 4,2
III	До 3,3	Св. 3,3 до 3,8	Св. 3,8 до 4,5	Св. 4,5
IV			До 5,0	Св. 5,0
<i>Усовершенствованные облегченные виды покрытий</i>				
III	До 3,8	Св. 3,8 до 4,4	Св. 4,4 до 5,3	Св. 5,3
IV	До 3,9	Св. 3,9 до 4,6	Св. 4,6 до 5,7	Св. 5,7
V			До 6,1	Св. 6,1
<i>Переходные виды покрытий. Грунтовые, укрепленные битумом или эмульсиями</i>				
III	До 4,3	Св. 4,3 до 5,0	Св. 5,0 до 6,0	Св. 6,0
IV	До 4,6	Св. 4,6 до 5,3	Св. 5,3 до 6,4	Св. 6,4
V			До 7,1	Св. 7,1
<i>Щебеночные, гравийные и шлаковые. Грунтовые, улучшенные минеральными добавками</i>				
IV	До 5,7	Св. 5,7 до 6,5	Св. 6,5 до 7,5	Св. 7,5
V	До 6,0	Св. 6,0 до 6,8	Св. 6,8 до 7,7	Св. 7,7
<i>Низшие. Грунтовые профилированные</i>				
V			До 8,0	Св. 8,0

Таблица 4.2 – Требуемые значения продольной ровности для эксплуатируемых автомобильных дорог по ТКП 140–2015

Категория автомобильной дороги	Значение ровности IRI, мм/м
I	3,6
II	4,8
III	5,5
IV–VI	6,2

Предельные значения по ровности, измеренной 3-метровой рейкой должны соответствовать СТБ 1291–2016 (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Предельно допустимые величины продольной ровности для уровней требований по СТБ 1291–2016 (пункт 6.1.1)

Продольная ровность, измеренная трехметровой рейкой по ГОСТ 30412–96	Предельно допустимая величина продольной ровности для уровней требований				
	1 (1нп)	2 (2нп)	3 (3нп)	4 (4нп)	5
Количество просветов под трехметровой рейкой, превышающих указанное в ТКП 059–2012, %, не более	–	–	–	20	25
Максимальный просвет под трехметровой рейкой, мм, не более	–	–	–	20	30

Измерение ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой

Простейшим прибором для определения ровности дорожных покрытий и оснований является трехметровая рейка Кондор (рисунок 4.2).

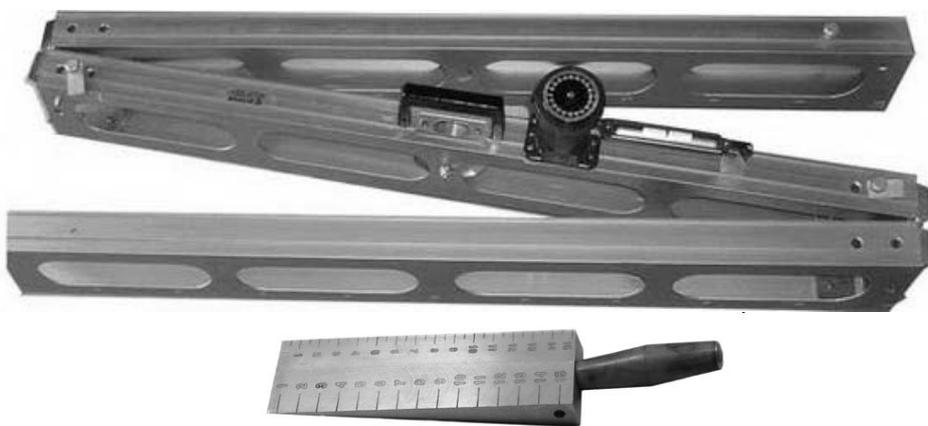


Рисунок 4.2 – Трехметровая рейка Кондор с клиновым промерником

Степень ровности покрытия оценивают по величине зазора между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью покрытия (рисунок 4.3).

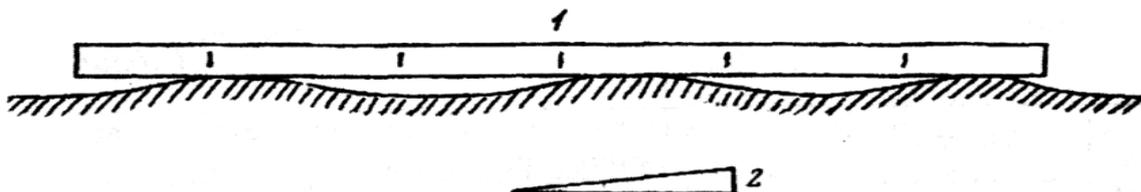


Рисунок 4.3 – Трехметровая рейка 1 с мерным клином 2

При использовании трехметровой рейки захватки следует выбирать длиной не менее 400 м. Суммарная длина захваток должна составлять не менее 10 % длины сдаваемого участка дороги в однополосном исчислении. Для каждой захватки необходимо указать координаты ее начала и конца, границ прямолинейных отрезков, границ выпуклых и вогнутых кривых и их радиусы, а

также границ виражей.

На выбранных захватках следует проводить сплошной контроль по всей длине путем измерения просветов под трехметровой рейкой.

Измерения ровности следует проводить на расстоянии 0,5...1,0 м от каждой кромки покрытия или края полосы движения. Места установки трехметровой рейки следует располагать на одной линии. Измерение просвета под рейкой с помощью клинового промерника следует проводить в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга.

При осуществлении приемочного контроля следует проверять соответствие показателей ровности по значениям, приведенным в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Нормируемые значения ровности по ТКП 059–2012

Конструктивный элемент, вид работ и контролируемый параметр	Норма
<i>Щебеночные, гравийные и шлаковые основания и покрытия. Основания из грунтов и каменных материалов, укрепленных неорганическими вяжущими</i>	
Ровность (просвет (отклонение) под рейкой длиной 3 м), мм: для дорог I–III категорий для дорог IV–VI категорий	10 (5) 15
<i>Основания и покрытия из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими</i>	
Ровность (просвет (отклонение) под рейкой длиной 3 м), мм: для дорог I–III категорий для дорог IV–VI категорий	10 (5) 15
<i>Асфальтобетонные покрытия и основания</i>	
Ровность (просвет (отклонение) под рейкой длиной 3 м), мм	5 (3)
Ровность в продольном направлении при измерении методом профилирования IRI, мм/м: для дорог I категории (при новом строительстве) для дорог II, III категорий (при новом строительстве) для дорог I–III категорий (при реконструкции и ремонте) для дорог IV–VI категорий (при новом строительстве, реконструкции и ремонте)	1,5 2,0 2,0 2,5
<i>Цементобетонные покрытия</i>	
Ровность (просвет (отклонение) под рейкой длиной 3 м), мм	5 (3)
Ровность в продольном направлении при измерении методом профилирования IRI, мм/м: для дорог I категории (при новом строительстве) для дорог II, III категорий (при новом строительстве) для дорог I–III категорий (при реконструкции и ремонте) для дорог IV–VI категорий (при новом строительстве, реконструкции и ремонте)	1,5 2,0 2,0 2,5
<i>Примечание</i> – Данные в скобках относятся к работам, выполняемым с применением машин с автоматической системой задания вертикальных отметок	

Величины просветов, полученные на вертикальных кривых, корректируются, используя данные, приведенные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Величины поправок в зависимости от радиуса кривой по ТКП 059–2012

Радиус выпуклой кривой, м	Величина поправки, мм, на расстоянии от торца рейки, м		
	0,0	0,5	1,0
1000	1,1	0,8	0,4
600	1,9	1,3	0,6
400	2,8	1,9	0,9
300	3,8	2,5	1,2
200	5,6	3,8	1,9
Радиус вогнутой кривой, м	Величина поправки, мм, на расстоянии от торца рейки, м		
	0,5	1,0	1,5
1000	0,4	0,8	1,1
600	0,6	1,3	1,9
400	0,9	1,9	2,8
300	1,3	2,5	3,8
200	1,9	3,8	5,6
<i>Примечание</i> – При измерениях на выпуклых и вогнутых кривых величину поправки следует брать со знаком «минус»			

При замерах ровности трехметровой рейкой два значения просветов свыше 3 мм не должны быть в одном приложении рейки.

Ровность поперечного стыка асфальтобетонного покрытия должна отвечать следующим требованиям:

- 90 % значений просветов под трехметровой рейкой не должно превышать 4 мм;
- остальные 10 % – до 6 мм;
- в одном приложении рейки не допускается три значения просветов более 4 мм.

Рейку прикладывают перпендикулярно линии стыка в трех продольных сечениях: по оси каждой полосы и на расстоянии 0,5...1,0 м от каждой кромки покрытия или края полосы движения. Положение рейки над линией стыка: середина рейки (для оси полосы); 0,5 м от каждого из концов рейки (для краевых сечений).

Результаты измерений заносятся в журнал измерений (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Журнал измерения просветов под рейкой

Количество приложений рейки	Место проведения измерений	Значение уклонов	Количество замеров с просветом, шт.										
			до 3 мм	%	от 3 до 5 мм	%	от 5 до 7 мм	%	от 7 до 10 мм	%	наибольший	%	
1	По оси дороги												
	Вправо от оси												
	Влево от оси												
2	По оси дороги												
	Вправо от оси												
	Влево от оси												
3	По оси дороги												
	Вправо от оси												
	Влево от оси												

Измерения посредством нивелира и нивелирной рейки

При проведении лабораторных работ минимальную длину участка измерений необходимо брать не менее 150 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 + 0,2 м.

Измерения следует проводить последовательно, устанавливая нивелирную рейку на каждую из меток.

Обработка данных и представление результатов измерений.

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 этих точек (кроме первой и последней на участке измерений) от прямой линии, проходящей через предыдущую ($i - 1$) и последующую ($i + 1$) точки по формуле

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|, \quad (4.1)$$

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

Общее число полученных величин δh_i следует принять за 100 %. Следует также найти наибольшую величину δh_i . (рисунок 4.4).

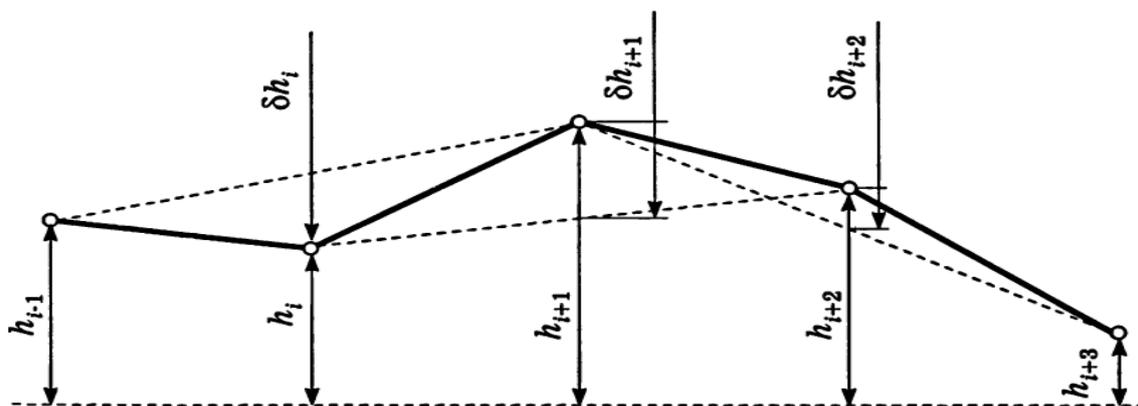


Рисунок 4.4 – Схема определения высотного отклонения при определении ровности измерения с помощью нивелира и нивелирной рейки

При обработке данных измерений, проведенных на участках кривых в продольном профиле дороги, величину δh_i следует рассчитывать с учетом поправки. Значения поправок даны в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Поправки к значениям при измерениях неровностей нивелиром

Радиус вертикальной кривой, м	Величина поправки, мм, для неровностей длиной, м		
	10	20	40
100 000	–	–	2,0
75 000	–	–	2,7
50 000	–	–	4,0
30 000	–	–	6,7
25 000	–	2,0	8,0
20 000	–	2,5	10,0
15 000	–	3,3	15,0
10 000	1,3	5,0	20,0
8000	1,6	6,3	25,0
5000	2,5	10,0	40,0
4000	3,1	12,5	50,0
3000	4,2	16,7	67,0
2500	5,0	20,0	80,0
2000	6,3	25,0	100,0
1500	8,3	33,3	133,3
1200	10,4	41,7	166,7
1000	12,5	50,0	200,0
600	20,8	83,3	–
400	31,2	125,0	–
300	41,7	166,7	–
200	62,5	250,2	–

Примечание – При измерении на выпуклых кривых величину поправки следует брать со знаком «минус», на вогнутых – со знаком «плюс»

Результаты измерений заносят в таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – Ведомость измерений

Расстояние, м	Отчет по рейке	Превышение, м	Высота прибора, м	Высотная отметка прибора, м	Высотная от- метка изме- ряемой точ- ки, м	Значение амплитуд, мм		
						5	10	20

Контрольные вопросы

- 1 Как оценивают состояние покрытия по ровности?
- 2 Как определяют коэффициент ровности?
- 3 Расскажите о методике определения ровности дорожного покрытия трехметровой рейкой.

5 Лабораторная работа № 5. Оценка шероховатости дорожного покрытия

Цель работы: ознакомление с методикой измерений и определение шероховатости дорожных покрытий.

Шероховатость поверхности дорожных покрытий – один из важнейших транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог, обуславливающий надежность контакта автомобильной шины с поверхностью покрытия и в большой степени влияющий на безопасность движения транспортных средств.

Шероховатость поверхности покрытия является качественной характеристикой его состояния и представляет собой отклонение покрытия дорожной одежды от истинно плоской поверхности в пределах диапазона длин волн до 500 мм и амплитуды между пиками до 50 мм.

Поверхность любого дорожного покрытия (как асфальтированного, так и цементобетонного) всегда имеет неровности различных форм и размеров: от микроскопических, невидимых невооруженным глазом и не ощущаемых в процессе движения автомобиля, до крупных, после проезда через которые автомобиль испытывает толчки и колебания.

В отличие от неровностей, образуемых вследствие износа и/или повреждения дорожного покрытия (трещины, сколы, колеи, проломы, выбоины и др.), шероховатость не является дефектом покрытия и играет существенную роль в обеспечении безопасности дорожного движения.

В зависимости от геометрических параметров, шероховатость дорожного покрытия бывает двух типов: микрошероховатость и макрошероховатость.

Микрошероховатость характеризуется неровностями длиной менее 2...3 мм и высотой менее 0,2...0,3 мм. Под микрошероховатостью понимают неровности, которые находятся на поверхности частиц каменного материала.

Макрошероховатость дорожных покрытий образуется выступающими на поверхность гранями щебня. К макрошероховатости относятся неровности длиной более 2...3 мм и высотой более 0,2...0,3 мм.

При определении состояния дорожного покрытия чаще всего оценивают макрошероховатость. К макрошероховатости дорожных покрытий предъявляют противоречивые требования. С одной стороны, она должна быть настолько мелкой, чтобы обеспечить наибольшую площадь контакта протектора шины с поверхностью покрытия. С другой стороны, дорожная поверхность должна быть достаточно грубой, чтобы способствовать быстрому отводу воды из площади контакта. Но с увеличением макрошероховатости возрастают сопротивление качению, износ шин и уровень шума.

По величине макрошероховатости ориентировочно можно судить о коэффициенте сцепления.

Шероховатость дорожного покрытия характеризуется тремя основными параметрами: средняя высота выступов, мм; средняя глубина впадин, мм; коэффициент шага шероховатости.

Элементы и параметры шероховатости в зоне контакта шины представлены на рисунке 5.1.

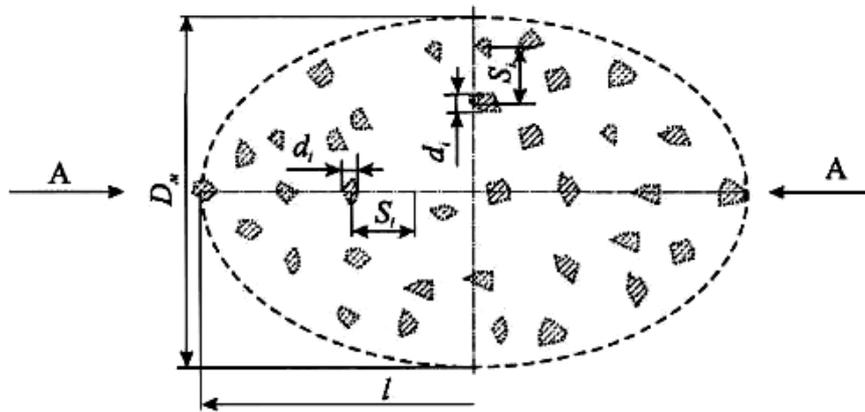
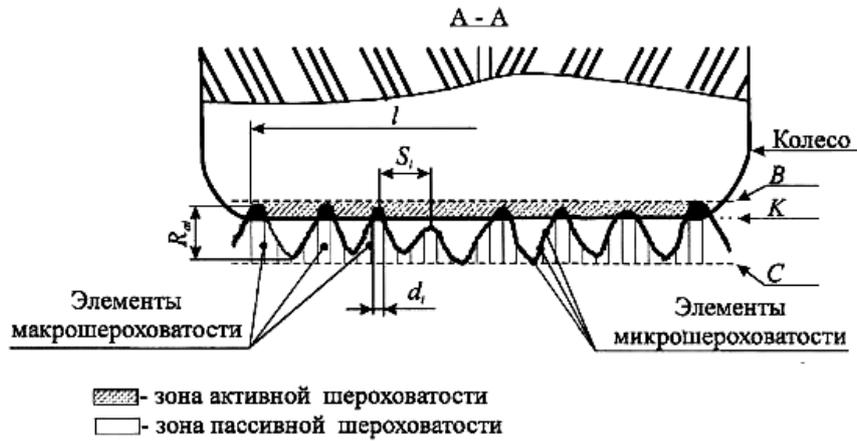
Для измерения параметров шероховатости поверхности применяют приборы различных типов, которые по принципу действия делят на контактные и бесконтактные.

Приборы контактного типа позволяют копировать контуры поверхности и определять числовые значения параметров шероховатости.

Принцип работы приборов контактного типа основан на ощупывании неровностей поверхности щупом с последующим копированием контуров шероховатости на миллиметровую бумагу или преобразованием механических колебаний в электрические. Затем, после обработки полученных профилограмм, определяют числовые значения параметров шероховатости. К таким приборам относят профилографы различных типов, игольчатые приборы.

В приборах бесконтактного типа измерение параметров шероховатости поверхности производят различными методами: оптическим, ультразвуковым, стереофотографическим. Сущность оптического и ультразвукового методов заключается в оценке энергии отраженного от исследуемой поверхности светового луча или луча с ультразвуковой частотой колебаний.

В дорожном строительстве наиболее часто используют контактный метод измерения шероховатости с использованием профилографов различных конструкций. Наиболее простым является метод измерения шероховатости дорожного покрытия, который называют «песчаное пятно».



K – базовая плоскость поверхности колеса автомобиля в зоне контакта с элементами шероховатости; C – плоскость наибольших впадин профиля шероховатости в зоне контакта поверхности колеса; B – плоскость наибольших выступов профиля шероховатости в зоне контакта поверхности колеса; l – базовая длина, мм; D_m – размер отпечатка протектора колеса расчетного автомобиля, мм; S_i – шаг местных выступов макрошероховатости в пределах базовой длины, мм; d_i – шаг контакта шины автомобиля с поверхностью покрытия в пределах базовой длины, мм; R_{rai} – частная глубина впадин макрошероховатости (расстояние между проекциями смежных вершины макроэлемента шероховатости и впадины на вертикальную ось), мм

Рисунок 5.1 – Элементы и параметры шероховатости в зоне контакта шины

Контроль шероховатости дорожного покрытия методом «Песчаное пятно»

Метод основан на том, что при различной шероховатости диаметр, распределенной на поверхности покрытия в виде круга определенной порции песка будет изменяться: при крупношероховатой поверхности диаметр песчаного пятна меньше, а при мелкошероховатой – больше.

Определение шероховатости дорожного покрытия по методу «песчаное пятно» заключается в измерении средней условной глубины впадин, образованных отдельными щебенками, выступающими над поверхностью покрытия, используя приспособление КП-139 (рисунок 5.2).

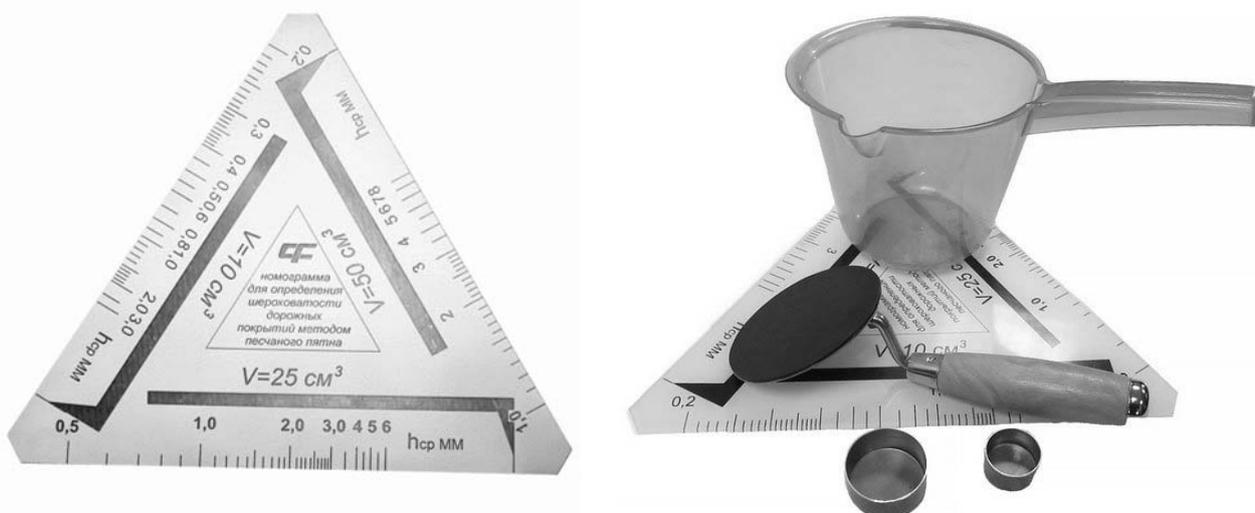


Рисунок 5.2 – Приспособление КП-139 для определения шероховатости дорожных покрытий по методу «песчаное пятно»

Порядок подготовки к проведению измерений.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы.

1 Измерить температуру воздуха и убедиться, что она более $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 Тщательно очистить щеткой дорожное покрытие от пыли и грязи.

3 Подготовить сухой песок, соответствующий требованиям ГОСТ 32824–2014.

Перед испытанием сухой песок просеивают через сито с размером ячеек $0,315$ и $0,14$ мм. Для проведения испытания применяют песок, оставшийся на сите с размером ячеек $0,14$ мм.

4 Визуально определить тип шероховатости дорожного покрытия. В зависимости от определенного типа шероховатости дорожного покрытия применяют следующий объем песка:

- на мелкошероховатом – 10 см^3 ;
- на среднешероховатом – 25 см^3 ;
- на крупношероховатом – 50 см^3 .

Засыпать песок в мерный стаканчик требуемого объема.

Порядок проведения измерений.

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции.

1 На очищенное основание дороги высыпать песок из мерного стаканчика.

2 Круговым движением диска распределить песок ровным слоем в виде круга на поверхности дорожного покрытия, заполняя все впадины до уровня наибольших выступов. Песок распределяют по поверхности покрытия ровным слоем в виде круга до тех пор, пока диск не начнет касаться вершин выступов шероховатости.

3 Измерить 3 раза в различных направлениях диаметр песчаного пятна номограммой (рисунок 5.3) и занести значения в таблицу 5.1.

4 Выполнить два повторных измерения шероховатости дорожного покрытия.

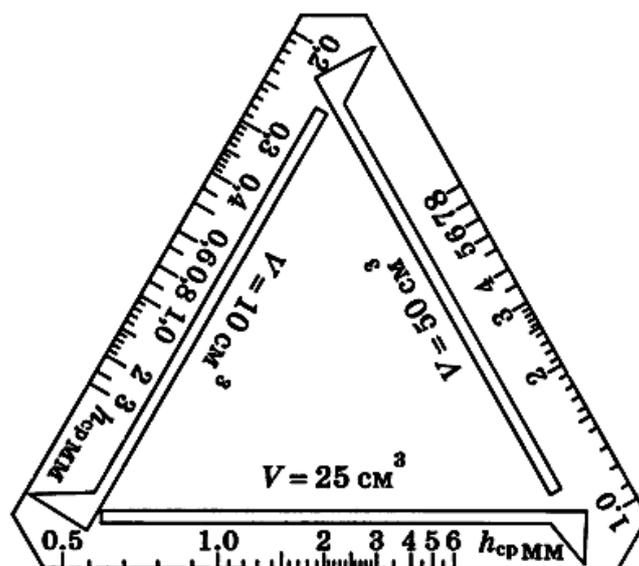
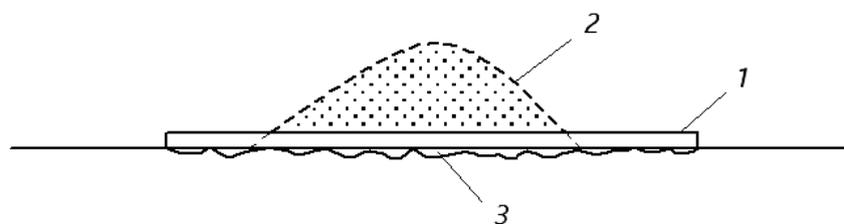


Рисунок 5.3 – Номограмма из комплекта приспособления КП-139

Таблица 5.1 – Форма учета результатов измерений

Место-положение точек измерения шероховатости дорожного покрытия, км + м	Номер полосы движения дороги	Диаметр песчаного пятна, мм												Значение средней глубины впадин $h_{ср}$, мм			Значение средней глубины впадин $h_{ср}$, мм
		Измерение 1				Измерение 2				Измерение 3				Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	
		D_1	D_2	D_3	$D_{ср}$	D_1	D_2	D_3	$D_{ср}$	D_1	D_2	D_3	$D_{ср}$				

Схема проведения измерений приведена на рисунке 5.4.



1 – диск; 2 – песок до распределения диском; 3 – песок после распределения диском

Рисунок 5.4 – Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

Обработку результатов измерений необходимо выполнять в следующей последовательности.

1 Рассчитывается среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна D_{cp} с точностью до 0,01 см.

2 Рассчитывается средняя глубина впадин $h_{срi}$ по каждому измерению с точностью до 0,01 мм по формуле

$$h_{ср.i} = \frac{40V}{\pi D_{ср}^2}, \quad (5.1)$$

где V – объем песка, распределенного по поверхности дорожного покрытия, см³;

$D_{ср}$ – средний диаметр песчаного пятна, см.

3 Рассчитывается среднее арифметическое значение средней глубины впадин $h_{ср}$ в каждой точке.

4 Дать заключение о соответствии шероховатости дорожного покрытия требованиям ТКП 140–2015. Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Предельно допустимые значения шероховатости для эксплуатируемых дорожных покрытий

Категория автомобильной дороги	Минимальное значение средней глубины впадин $h_{ср}$, мм
I–II	0,45
III	0,43
IV	0,40
V–VI	0,35

Контрольные вопросы

- 1 Как характеризуют дорожные покрытия по шероховатости?
- 2 Что понимают под макрошероховатостью и микрошероховатостью?
- 3 Как зависит коэффициент сцепления от шероховатости покрытия?

6 Лабораторная работа № 6. Определение сцепных качеств дорожного покрытия

Цель работы: ознакомление с методами определения сцепных качеств дорожного покрытия, измерение коэффициента сцепления.

Важнейшей характеристикой транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог являются сцепные качества дорожных покрытий.

Статистика показывает, что одной из основных причин возникновения дорожно-транспортных происшествий по вине дорожных условий происходит из-за недостаточного сцепления колес транспортных средств с покрытием.

Сцепные качества дорожных покрытий характеризуются коэффициентом сцепления и шероховатостью дорожного покрытия.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием – отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дорожного покрытия на площади контакта заблокированного колеса автомобиля с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса автомобиля с дорожным покрытием.

Коэффициент сцепления зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются:

- скорость движения;
- величина нагрузки на колесо, его размеры;
- размер, конструкция, материал, внутреннее давление пневматической шины и протектор с его изменяющейся жесткостью, гистерезисом и рисунком;
- условия контакта шины с покрытием;
- тип и состояние дорожного покрытия;
- износ покрытия и шины;
- материал и методы строительства;
- климатические условия и т. п.

С увеличением скорости движения сцепление между колесом автомобиля и дорогой снижается.

Наибольшее влияние на коэффициент сцепления оказывает комплексное действие повышения влажности дорожного покрытия и скорости движения, что приводит к увеличению длины тормозного пути и нарушению устойчивости автомобиля.

Коэффициент сцепления снижают: россыпь торфа, розлив топливосмазочных материалов (ТСМ), грязь, песок, лед, снег и многие другие факторы, перечисленные выше.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с поверхностью покрытия проезжей части с капитальным или облегченным типом дорожной одежды согласно ТКП 45-3.03-19–2006 и ТКП 45-3.03-227–2010 должен быть не менее 0,45 (таблица 6.1) при его измерении автомобильной установкой ПКРС-2 по ГОСТ 30413-96 или другими средствами измерений согласно СТБ 1566–2005, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКРС-2.

В течение директивных сроков проведения работ по ликвидации зимней скользкости на покрытиях проезжей части автомобильных дорог и улиц коэффициент сцепления не нормируется.

Изменение коэффициента сцепления по ширине проезжей части покрытия с капитальным или облегченным типом дорожной одежды согласно ТКП 45-3.03-19-2006 и ТКП 45-3.03-227-2010, включая укрепленные полосы обочин и остановочные площадки автобусных остановок, не должно превышать 0,1.

Таблица 6.1 – Значения коэффициента сцепления для автомобильных дорог I–VI категории в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-19-2006 и ТКП 45-3.03-227-2010

Категория автомобильной дороги	I-а	I-б, I-в, II, III	IV, V	VI	Все улицы населенных пунктов
Расчетная скорость движения, км/ч	140	100...120	60...80	30...40	До 100
Коэффициент сцепления, не ниже	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Для участков дорог I-б, I-в, II, III категорий с видимостью менее расчетной, подъемами и спусками с уклонами, превышающими расчетные, для зон пересечений в одном уровне, участков дорог при уровнях загрузки свыше 0,5 коэффициент сцепления должен быть не ниже 0,6.</p> <p>2 Нормативные значения коэффициента сцепления и адреса участков дорог в зависимости от условий движения, должны быть указаны в проектной документации</p>					

Существуют четыре метода определения коэффициента сцепления:

1) метод полностью заблокированного колеса, реализуется при помощи установки ПКРС-2 по ГОСТ 30413-96 (метод определения коэффициента сцепления с использованием автомобильной установки типа ПКРС-2);

2) метод частично заблокированного колеса с проскальзыванием, реализуется при помощи установок GripTester MK2, micro GripTester (Micro GT), SCRIM, Pave@CFT;

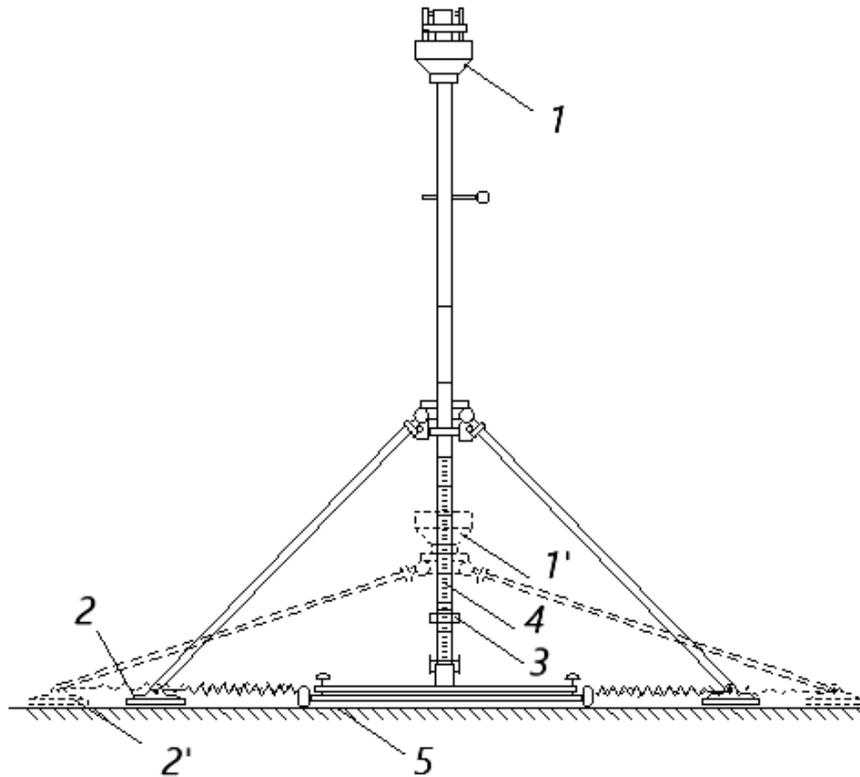
3) метод измерения условной величины перемещения движения имитатора колеса, реализуется при помощи установки ударного действия типа ППК и приборов маятникового типа в соответствии с методиками, представленными в СТБ 1566-2005;

4) методы торможения автомобиля (метод экстренного торможения, метод отрицательного ускорения).

Определение сцепных качеств автомобильных дорог при помощи установки ударного действия типа ППК (ППК-Ф, ППК-МАДИ)

Портативный прибор ППК-МАДИ (рисунок 6.1) состоит из штанги со скользящим по ней грузом массой 9 кг, подвижной муфты, пружины, соединяющей два резиновых имитатора размером 100 × 146 мм. При испытании прибор

устанавливают так, чтобы имитаторы находились на расстоянии (10 ± 1) мм над покрытием. Затем подвижный груз закрепляют в верхнем положении стойки и фиксируют защелкой. После увлажнения поверхности освобождают груз, который ударяет по подвижной муфте. Под действием удара груза имитаторы прижимаются и перемещаются по поверхности покрытия.



1 – положение груза до проведения испытаний; 1' – положение груза после проведения испытаний; 2 – положение имитаторов до проведения испытаний; 2' – положение имитаторов после проведения испытаний; 3 – измерительное кольцо; 4 – шкала прибора; 5 – мокрое покрытие

Рисунок 6.1 – Портативный прибор ударного действия для измерения коэффициента сцепления дорожных покрытий

Перед началом измерений должны быть проверены работоспособность прибора и достоверность его показаний. Для этого необходимо провести тарировку прибора на горизонтальном участке. Прибор устанавливают на гладком ровном покрытии и под имитаторы подкладывают тарировочные стальные пластины. Затем производят окончательную установку прибора таким образом, чтобы расстояние между нижней плоскостью имитаторов и тарировочных пластин было равным 7...13 мм. После сбрасывания груза при тарировке прибор должен фиксировать коэффициент сцепления, указанный в паспорте.

Когда прибор оттарирован, можно выполнять испытания в соответствии с требованиями СТБ 1566–2005, для этого необходимо выполнить следующие операции:

- убедиться, что температура воздуха более $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, если ниже, то замеры нельзя выполнять;

- установить прибор в точке измерения коэффициента сцепления;
- зафиксировать груз прибора в верхнем положении;
- увлажнить дорожное покрытие водой по траектории движения имитаторов, из расчета 0,2 л под каждый имитатор. Ширина увлажненной зоны должна быть не менее 15 см, длина – не менее 30 см. Не позже, чем через 3 с после увлажнения покрытия необходимо нажать на кнопку сброса груза;
- сбросить груз на тяги прибора;
- по измерительному кольцу на шкале прибора зафиксировать значение коэффициента сцепления;
- в каждой точке выполнить по три испытания;
- в случае, если между измерениями будут расхождения, превышающие 0,05, то число измерений увеличивают до пяти;
- вычислить среднее арифметическое значение коэффициента сцепления на каждой точке по результатам трех измерений;
- откорректировать значение коэффициента сцепления с учетом поправок на продольный уклон участка дороги (по таблице 6.2) и на температуру воздуха согласно ГОСТ 30413–96 (таблица 6.3);
- результаты испытаний занести в таблицу 6.4.

Таблица 6.2 – Поправки к коэффициенту сцепления в зависимости от продольного уклона участка дороги по СТБ 1566–2005

Значение продольного уклона участка дороги, ‰	От 30 до 50	От 51 до 70	От 71 до 100
Поправка к коэффициенту сцепления	–0,01	–0,02	–0,03
<i>Примечание</i> – При уклонах менее 30 ‰ поправка к коэффициенту сцепления принимается равной нулю			

Таблица 6.3 – Величина температурной поправки к коэффициенту сцепления по ГОСТ 30413–96

Температура воздуха, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	Более +30
Величина поправки	–0,06	–0,04	–0,03	–0,02	0,00	+0,01	+0,02

Таблица 6.4 – Форма учета значений коэффициента сцепления

Место-положение точек измерения коэффициента сцепления $K_{сц}$, км+м	Значение коэффициента сцепления $K_{сц}$				Продольный уклон участка дороги, ‰	Температура воздуха, °С	Поправки к коэффициенту сцепления $K_{сц}$ в зависимости		Значение коэффициента сцепления $K_{сц}$ с учетом поправок
	Испытание 1	Испытание 2	Испытание 3	Среднее			от продольного уклона участка дороги	от температуры воздуха	

Если по результатам испытаний значения коэффициента сцепления получились менее 0,45, то необходимо сделать вывод, что дорога или улица не соответствуют установленным требованиям ТКП 45-3.03-19–2006 или ТКП 45-3.03-227–2010. Для устранения данного дефекта в качестве рекомендации необходимо провести поверхностную обработку покрытия или, если дорожное покрытие находится в неудовлетворительном состоянии, – текущий ремонт дороги. До проведения соответствующих работ перед участками дорог, на которых сцепные качества покрытия не соответствуют установленным показателям, должны устанавливаться дорожный знак 1.15 и табличка 7.2.1 (рисунок 6.2) по СТБ 1300–2014.

а)



б)



Рисунок 6.2 – Знак (а) и табличка (б), устанавливаемые при несоответствующих значениях коэффициента сцепления требованиям ТКП 45-3.03-19–2006 или ТКП 45-3.03-227–2010

Определение сцепных качеств автомобильных дорог прибором ПОКС

Прибор для определения коэффициента сцепления пневматической шины с поверхностью дорожного покрытия (ПОКС) предназначен для измерения коэффициента сцепления пневматической шины с поверхностью дорожного покрытия (рисунок 6.3).



Рисунок 6.3 – Прибор определения коэффициента сцепления дорожных покрытий

Метод основан на имитации процесса скольжения заблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию. Метод испытаний обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 20 %.

Испытания проводят на каждой полосе движения по полосе наката. Температура воздуха должна быть не ниже 0 °С. Коэффициент сцепления следует определять через каждые 200 м. Дорожное покрытие в местах измерения должно быть мокрым.

Прибор устанавливается на ровный участок, двумя ногами прижимается к поверхности (ноги стоят на специальных выступках прибора). Медленно вращаем винт против часовой стрелки до характерного щелчка. Отсчет, указанный на шкале прибора, будет соответствовать коэффициенту сцепления на данном участке. Результаты измерений записываются в таблицу 6.4.

Контрольные вопросы

- 1 Какова физическая сущность коэффициента сцепления?
- 2 Каким нормативным документом в Республике Беларусь регламентируются значения коэффициента сцепления для автомобильных дорог и улиц?
- 3 Для чего необходимо определять коэффициент сцепления дорожного покрытия?
- 4 Как определяют коэффициент продольного сцепления прибором ППК?
- 5 Как определяют коэффициент продольного сцепления прибором ПОКС?

7 Лабораторная работа № 7. Определение модуля упругости основания и дорожной одежды

Цель работы: ознакомление с методикой определения модуля упругости дефлектометром с падающим грузом.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют на основании данных измерений упругого прогиба конструкции: для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием – в соответствии с СТБ 1566–2005; для дорожных одежд с гравийным покрытием, оснований и грунтов земляного полотна – в соответствии с СТБ 1501–2013. При оценке прочности дорожных одежд расчетные нагрузки принимаются в соответствии с ТКП 45-3.03-19–2006.

Для измерений упругого прогиба дорожных одежд рекомендуется применять динамические установки, позволяющие проводить измерения прогибов на всей деформируемой площади дорожного покрытия. Прочность конструктивных слоев дорожной одежды при динамическом методе оценивают по модулям упругости.

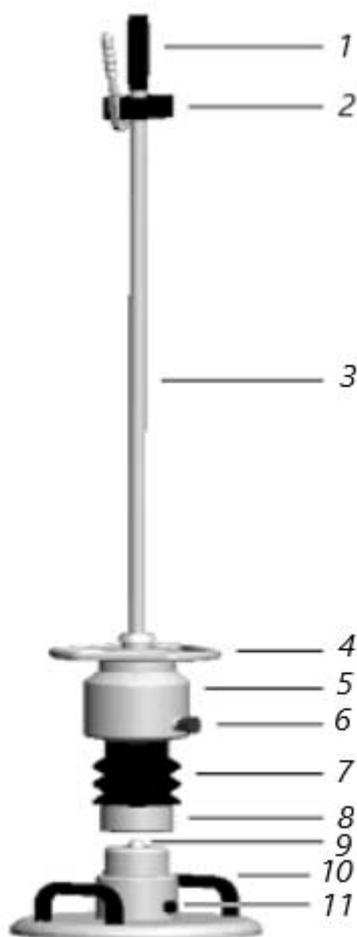
Определение модуля упругости дефлектометром с падающим грузом.

Электронный дефлектометр ZFG-3000 (рисунок 7.1), предназначен для определения характеристик прочности и деформируемости грунтов и оснований дорог, а также для проведения исследований грунтовых оснований с целью их улучшения. В данном приборе реализован метод динамического нагружения (также его называют метод штампа, метод падающего груза). Сущность метода заключается в измерении величины и скорости осадки нагрузочной плиты (круглого штампа), установленной на исследуемом грунтовом основании, под воздействием ударной нагрузки падающего груза.

Методика проведения испытаний.

Для подготовки к испытанию необходимо уложить нагрузочную плиту на подлежащую испытанию поверхность, сдвигая или вращая плиту до тех пор, пока она не займет правильную позицию. Для выравнивания небольших неровностей на поверхности можно нанести тонким слоем сухой песок, заполняющий полости только под штампом (плитой). Соедините между собой динамометр и нагрузочную плиту с помощью кабеля, вставив оба его конца в соответствующие разъёмы на устройствах. Включите прибор и выставьте падающий груз на нагрузочную плиту. После этого необходимо отключить защитный предохранитель при транспортировке, потянув ручку предохранителя наружу.

Внимание! Для того, чтобы избежать повреждений, необходимо соблюдать правильную фиксацию защитного предохранителя при транспортировке. Выполните предварительные сбрасывания груза, запустите процесс измерения и выполните три сбрасывания. Для этого необходимо поднять падающий груз до упора вверх и защелкнуть в устройстве захвата. После того как направляющая штанга установлена полностью вертикально, необходимо отцепить падающий груз (нажав на ручку устройства захвата). Затем закрепите груз заново в устройстве захвата. Процедуру необходимо повторить 3 раза.



1 – рукоятка; 2 – механизм фиксации и сброса груза; 3 – направляющая штанга (ось); 4 – эргономичное кольцо захвата; 5 – падающий груз; 6 – предохранитель; 7 – амортизатор; 8 – устройство защиты от опрокидывания; 9 – центрирующий шарик; 10 – держатель; 11 – сенсорная втулка в нагрузочной плите

Рисунок 7.1 – Дефлектометр с падающим грузом ZFG-3000

После проведения подготовительных работ для начала измерения необходимо включить измерительный прибор, нажав при этом на клавишу *On/Off*. На экране должна появиться следующее сообщение:

ZFG 3.0
 Пн 12.01.11
 11:58:37
 Батарея: 5,4V
 Zorn Instruments

На экране показывается текущая дата и время, а также остаток заряда батареи. Если вы хотите, чтобы результаты измерений были сохранены – необходимо вставить SD-карту в соответствующий слот. Если карта не вставлена, появится сообщение «Нет карты памяти» вверху над датой.

Для того, чтобы начать измерение нажмите клавишу. На дисплее должно появиться следующее сообщение:

Измерение: 300mm/10kg
Выполнить 1е
сбрасывание

На экране указываются текущие настройки измерения (диаметр нагрузочной плиты и масса падающего груза). При необходимости, вы можете изменить данные настройки на требуемые для конкретного типа испытания. Далее на экране появится сообщение о сбрасывании груза. Кроме этого, должен прозвучать звуковой сигнал, сигнализирующий готовность аппарата. После удачно проведенного первого измерения на дисплее должно появиться значение усадки (s1):

Измерение: 300mm/10kg
s1: 0.312 mm
Выполнить 2е
сбрасывание

Дождитесь звукового сигнала, который указывает на готовность аппарата. Выполнить сбрасывание, и повторить процедуру третий раз.

Нажать ОК
s1: 0.312 mm
s2: 0.303 mm
s3: 0.285 mm

После чего на дисплее выводятся три значения осадки грунта. Система должна подтвердить завершение испытаний двойным сигнальным гудком. Результаты испытаний автоматически записываются на карту памяти. Сообщение «Нажать» появится во второй строчке на экране. После нажатия на клавишу появятся значения испытаний.

На экране выводятся следующие значения:

Ergebnis TEXT
Nr:33 11.03.09 13:22
sm: 0.266 mm
s/v: 2.414
Evd: 84.59 MN/m2

Значение строк.

- 1 Вид сообщения и поле для ввода текста.
- 2 Текущий номер (только при вставленной SD-карте), Дата и Время.
- 3 sm = среднее значение осадки, мм.

4 s/v = степень уплотняемости, указывающая возможность грунта к последующему уплотнению. (Если значение $s/v < 3,5$ уплотнение невозможно; если $s/v > 3,5$ возможно последующее уплотнение грунта).

5 E_{vd} = динамический модуль упругости, МН/м² (МПа).

Для выполнения работы необходимо изучить устройство и принцип работы дефлектометра. Ознакомиться с методиками измерения по СТБ 1566–2005 и СТБ 1501–2013. Произвести испытания минимум в трех точках грунта и дорожной одежды, полученные результаты заносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Форма учета значений измерений дефлектометром ZFG-3000

Тип поверхности точек измерения модуля упругости	Значение усадки поверхности S , мм				Степень уплотняемости	Динамический модуль упругости, МН/м ² (МПа)
	Испытание 1	Испытание 2	Испытание 3	Среднее		

Контрольные вопросы

- 1 По какому параметру оценивают прочность нежестких дорожных одежд?
- 2 Для чего необходимо определять модуль упругости?
- 3 Как определяют модуль упругости дефлектометром с падающим грузом?

8 Лабораторная работа № 8. Поиск скрытых подземных коммуникаций трассопоисковым комплектом

Цель работы: ознакомление с работой трассопоискового комплекта RD-8100.

Трассопоисковый локатор RD-8100 (рисунок 8.1) является устройством для поиска и диагностики подземных коммуникаций. Принцип работы локатора основан на обнаружении переменного электромагнитного поля, возникающего вокруг металлических объектов, протяженных кабелей или трубопроводов. За счет ферритовых антенн на всем протяжении коммуникаций локатор фиксирует электромагнитное излучение. Катушка магнитной антенны возбуждается при соответствующей частоте сигнала, подобранного инженером в рабочей области создаваемых сигналов, показывая на дисплее локатора возвращаемый сигнал. Данное устройство предназначено для инженеров строительной отрасли, ЖКХ, геодезистов. Прибор максимально прост в использовании: нужно пройти по

предполагаемому месту расположения трасс, а также коммуникаций. Устройство мгновенно устанавливает наличие искомых объектов, указывая глубину их залегания, позволяя также выявить дефекты.



Рисунок 8.1 – Трассопоисковый локатор RD-8100

Комплект для работы состоит из локатора, генератора, сумки, проводов для подключения и питания, дополнительной катушки заземления для увеличения дальности подачи сигнала. Магнит из комплекта используется для подключения к трубам. Локатор имеет отсек для питания: первый вариант – батареи LR20, второй вариант – аккумуляторы с зарядным устройством, третий вариант – заводской аккумулятор от фирмы-производителя. Генератор имеет отсек для элементов питания, либо алкалиновые, блок литийионных батарей от производителя. Оба прибора из ударопрочного пластика, не боятся падений, защищены от воздействия окружающей среды, то есть можно работать в дождь, снег и других неблагоприятных условиях, при температуре от минус 30 до плюс 50 °С.

В процессе работы можно отмечать необходимые точки, кроме этого, устройство ежесекундно фиксирует все данные по прибору во включенном состоянии.

Режим Power – это поиск силового кабеля и определения его глубины с точностью 1...2 см.

Нажатием кнопки F переключает в режим «радио» – это поиск телефонного кабеля, кабеля связи и оптоволоконного кабеля, если он находится в броне или металлической оплетке, т. е. это частоты от 15 до 30 кГц, которые идут по кабелю связи.

Режим «пассив», когда оператор первоначально вышел на какой-либо объект, – это соединение двух предыдущих режимов, то есть режим силового кабеля и кабеля связи, в нем идет поиск коммуникаций в общем, для начала работ,

потом специалист, который работает с трассоискателем, определяет выборочно какая это коммуникация.

Следующий режим – это режим CPS: сигнал станций катодной защиты, то есть 100-герцовый сигнал проходит по трубам нефтепровода и газа. Этот режим можно охарактеризовать как режим активный, предыдущие были пассивными, т. е. без использования генератора. Можно считать что 100-герцовый сигнал – это сигнал, создаваемый генератором, на который настроен трассоискатель. Кнопка с параболой на приборе предназначена для переключения режимов сканирования.

Далее переходим к режимам генератора. Генератор включается коротким нажатием кнопки включения, автоматически проверяет свое состояние и выдает частоту, на которой был выключен. Стрелки вверх-вниз предназначены для увеличения мощности подачи сигнала, F – переключение частоты.

В ходе работы необходимо ознакомиться с устройством трассопоискового комплекта, произвести поиск подземных коммуникаций в назначенной преподавателем местности, а так же отметить необходимые точки в приборе.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего предназначен трассопоисковый локатор?
- 2 На чем основан принцип работы геолокатора?
- 3 Как происходит поиск скрытых коммуникаций?

Список литературы

- 1 **Леонович, И. И.** Диагностика автомобильных дорог: учебное пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. – 350 с.
- 2 **Лукина, В. А.** Диагностика технического состояния автомобильных дорог : учебное пособие / В. А. Лукина, А. Ю. Лукин. – Архангельск : САФУ, 2015. – 171 с.
- 3 **Васильев, А. П.** Эксплуатация автомобильных дорог : учебник в 2 т. / А. П. Васильев. – Москва : Академия, 2010. – Т. 1 – 320 с.
- 4 Лабораторный практикум по дисциплине «Технология строительства дорог» / А. И. Красильников, М. А. Кайдалова. – Кемерово : КузГТУ, 2013 – 45 с.
- 5 **Поготовкина, Н. С.** Организация дорожного движения: учебно-практическое пособие / Н. С. Поготовкина. – Владивосток : ВГУЭС, 2015. – 64 с.
- 6 **ТКП 140–2015 (33200).** Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики. – Взамен ТКП 140–2008 (02191); введ. 01.03.2016. – Минск : Белдорцентр, 2015. – 68 с.
- 7 **ТКП 45–3.03–19–2006 (02250).** Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Взамен СНиП 2.05.02–85; введ. 01.07.2006. – Минск : Белгипродор, 2018. – 68 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2008. № 5). – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2008. № 10). – Изм. 3 (ИУ ТНПА. 2010. № 3). – Изм. 4 (ИУ ТНПА. 2015. № 4). – Изм. 5 (ИУ ТНПА. 2017. № 11).
- 8 **ТКП 45–3.03–3–2004 (02250).** Проектирование дорожных одежд улиц и дорог населенных пунктов; введ.01.07.2005. – Минск: БНТУ, 2010. – 90 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2009. № 1). – Попр. (ИУ ТНПА. 2010. № 7).
- 9 **ТКП 45-3.03-227–2010 (02250).** Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования. – Взамен СНБ 3.03.02-97; введ. 01.07.2011. – Минск : Минстройархитектуры РБ, 2019 – 59 с. – Переиздание (апрель 2019 г.) с Изм. № 1 (ИУ ТНПА 2013 № 11), Изм. № 2 (ИУ ТНПА 2014 № 5), Изм. № 3 (ИУ ТНПА 2015 № 4), Изм. № 4 (ИУ ТНПА 2015 № 11), Изм. № 5 (ИУ ТНПА 2017 № 1), Изм. № 6 (ИУ ТНПА 2018 № 6).
- 10 **ТКП 059-2012 (02191).** Автомобильные дороги. Правила устройства. – Взамен ТКП 059-2007 (02191); введ. 01.09.2012. – Минск : Минстройархитектуры, 2017. – 104 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2013. № 11). – Попр. (ИУ ТНПА. 2015. № 10). – Попр. (ИУ ТНПА. 2017. № 7).
- 11 **СТБ 1291–2016.** Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Взамен СТБ 1291–2007; введ. 01.07.2017. – Минск : БелдорНИИ, 2016. – 28 с.
- 12 **СТБ 1300–2014.** Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Взамен СТБ 1300-2007; введ. 01.09.2014. – Минск : БелдорНИИ, 2019. – 154 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2014. № 12). – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2015. № 9). – Изм. 3 (ИУ ТНПА. 2018. № 9). – Изм. 4 (ИУ ТНПА. 2019. № 11).

13 **СТБ 1501–2013**. Автомобильные дороги. Метод определения модуля упругости и однородности уплотнения материалов слоев дорожных конструкций. – Взамен СТБ 1501–2006; введ. 01.07.2014. – Минск : БелдорНИИ, 2014. – 16 с.

14 **СТБ 1566–2005**. Дороги автомобильные. Методы испытаний; введ. 01.07.2006. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2018. – 42 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2010. № 3). – Изм. 2 (ИУ ТНПА. 2011. № 6). – Изм. 3 (ИУ ТНПА. 2018. № 8).

15 **ГОСТ 30412–96**. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий; введ. 01.10.1997. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 1997. – 10 с.

16 **ГОСТ 30413–96**. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием; введ. 01.10.1997. – Минск: Минстройархитектуры РБ, 1997. – 5 с.

17 **ГОСТ 32965–2014**. Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока; введ. 01.01.2016. – Минск: Госстандарт РБ, 2016. – 24 с.

18 **ГОСТ 33101–2014**. Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности; введ. 01.04.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 24 с.

19 **ГОСТ 32824–2014**. Дороги автомобильные общего пользования. Песок природный. Технические требования; введ. 01.06.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 14 с. – Изм. 1 (ИУ ТНПА. 2017. № 12).

20 **ГОСТ 33388–2015**. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации; введ. 01.04.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 16 с.

21 **ГОСТ 33475–2015**. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования; введ. 01.04.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 16 с.