

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра геотехники и транспортных коммуникаций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Эксплуатация дорог и дорожных сооружений»
для студентов специальности 1-70 03 01 –
«Автомобильные дороги»

Брест 2011

УДК 625.768.5

В методических указаниях изложены вопросы технического учета и паспортизации дорог, определения ровности, шероховатости и твердости покрытия, способы учета интенсивности и состава движения. Дана методика определения дефектности покрытия. Приведены схемы приборов и установок, которые используются при выполнении экспериментальных работ.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 1-70 03 01 – « *Автомобильные дороги*»

Составители: Н.В.Чумичева
Е.С.Климович

Рецензент: заместитель генерального директора по содержанию автомобильных дорог РУП «Бреставтодор» С.С.Панченко

Учреждение образования

содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1. Технический учет и паспортизация автомобильной дороги	5
Лабораторная работа № 2. Контроль шероховатости дорожного покрытия	12
Лабораторная работа № 3. Определение качества уплотнения асфальтобетонной смеси	16
Лабораторная работа № 4. Оценка твердости верхнего слоя асфальтобетонных покрытий	20
Лабораторная работа № 5. Контроль ровности дорожного покрытия	23
Лабораторная работа № 6. Учет и расчет интенсивности движения	28
Лабораторная работа № 7. Оценка состояния покрытия по дефектности	33
ЛИТЕРАТУРА	39

ВВЕДЕНИЕ

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 1-70 03 01 – «Автомобильные дороги» предусмотрено изучение дисциплины «Эксплуатация дорог и дорожных сооружений».

Основной задачей изучения дисциплины является подготовка специалистов, способных к освоению и внедрению на практике передовых направлений диагностики автомобильных дорог.

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

В связи с возросшими требованиями к качеству автомобильных дорог, большое внимание уделено вопросам диагностики автомобильных дорог. В настоящее время общепризнанными вопросами эксплуатации дорог являются: паспортизация, систематические организуемые осмотры, измерения ровности, прочности и шероховатости дорожных покрытий. В результате накопления данных, возможно сформировать банк дорожных данных, который в дальнейшем можно использовать для оценки состояния дорог и условиях эксплуатации.

После выполнения лабораторных работ студент составляет отчет, в котором излагается методика определения эксплуатационных характеристик автомобильной дороги.

Лабораторная работа № 1

Технический учет и паспортизация автомобильной дороги

Технический учет и паспортизация дороги проводится с целью сбора информации о техническом уровне дороги и формировании паспорта автомобильной дороги.

Техническому учету и паспортизации подлежат все дороги общего пользования независимо от принадлежности, состояния и вида покрытия.

При первичной и полной паспортизации выполняется сбор данных по следующим элементам дороги: общие сведения; параметры плана и продольного профиля; пересечения и примыкания; земляное полотно; дорожная одежда; искусственные сооружения; обустройство и защитные сооружения; здания и сооружения дорожных и автотранспортных служб; инженерные коммуникации.

Работы по техническому учету и паспортизации делятся на подготовительные, полевые, камеральные.

При полевых работах выполняется сбор данных о характеристиках и параметрах автомобильной дороги или их уточнение.

При камеральных работах выполняют обработку полевых материалов.

При техническом учете фиксируют ситуацию по дороге, измеряют расстояние между километровыми знаками, продольные уклоны, углы поворотов, измеряют ширину земляного полотна и покрытия, отбирают пробы грунтов, уточняют границы административно-территориальных районов, фиксируют местоположение полосы отвода, пересечений и примыканий, съездов, пешеходных дорожек и тротуаров, вид укрепления обочин. Определяют местоположение и характеристики искусственных сооружений, инженерных коммуникаций, обустройства и защитных сооружений, наличие зданий и сооружений автотранспортной службы.

Расстояние определяют различными средствами измерений с погрешностью не более 0,1%. Не допускается фиксирование расстояния с помощью спидометра. Измерение размеров конструктивных элементов сооружений необходимо выполнять с точностью до 1 см.

Высоту насыпей, глубину выемок определяют с помощью нивелира или теодолита. Высота насыпи, глубина выемок считается от бровки земляного полотна.

Пересечения и примыкания в одном уровне, а также съезды, въезды необходимо характеризовать следующими параметрами: радиусами закругления, шириной покрытия и земляного полотна за пределами закруглений, видом покрытия и укрепления обочин, параметрами водопропускных сооружений, средним продольным уклоном на 50 метрах, направлением и обеспеченностью водоотвода с местности в точке примыкания. Вид покрытия определяется отдельно как в пределах закруглений, так и за его пределами. Определяется наличие переходно-скоростных полос, их размеры и вид покрытия.

Земляное полотно необходимо характеризовать видом грунтов (пески: пылеватые, мелкозернистые, крупнозернистые; супеси: пылеватые, легкие, легкие крупные, тяжелые пылеватые; суглинки: легкие, тяжелые, легкие пылеватые, тяжелые пылеватые; глины). Для определения видов грунтов берутся пробы из расчета не менее 1 пробы на 1 километр. Определяется полная ширина земляного полотна по бровкам, ширина обочин, укрепленных полос и вид укрепления.

По дорожной одежде выполняется сбор информации по конструкции послойно (при определении заданием), с определением ширины усовершенствованного покрытия и обочин. Конструкция дорожной одежды определяется путем отбора кернов (из расчета не менее 2 кернов на 1 км).

Обустройство и защитные дорожные сооружения - приводится общая информация по дорожным знакам и ограждениям по данным проектов организации дорожного движения, снегозащите, освещению.

По снегозащите - определяется местоположение, вид защиты, расстояние от оси дороги, количество рядов изгороди, высота живой изгороди.

Тротуары и пешеходные дорожки - определяется местоположение, ширина, расстояние от оси дороги, вид покрытия.

Освещение - выявляются освещенные участки дороги, расстояние опор от оси покрытия, вид опор, расстояние между опорами.

Искусственные сооружения - к ним отнесены мосты, путепроводы, трубы, скотопрогоны.

По мостам и путепроводам определяется местоположение (по осям пересечения сооружения и дороги), год строительства, реконструкции или капитального ремонта, габарит ездового полотна по расстоянию между внутренними гранями ограждения, расчетная длина пролетов по расстоянию между осями опор пролетного строения, схема, полная длина сооружения по наружным граням береговых опор без учета переходных плит, вид укрепления конусов, приводятся размеры всех конструктивных элементов сооружения, вид покрытия, расчетные и допускаемые нагрузки, высота ограждения.

В водопропускных трубах и скотопрогонах выполняют измерения отверстия (диаметр или ширину и высоту), длину и уклон по лотку, размеры оголовков, вид и площади укрепления входного и выходного оголовков, вид фундамента (при условии определения заданием), высоту насыпи у трубы, год строительства или капитального ремонта.

К сооружениям дорожной службы относятся: комплексы зданий и сооружений управления дорог, комплексы зданий и сооружений основного и низового звеньев дорожной службы, жилые дома для рабочих и служащих, производственные базы, пункты обслуживания и охраны мостов, переправ, тоннелей и галерей, устройства технологической связи.

Обмер зданий и сооружений производится в объеме, необходимом для заполнения данными учетной карточки, а также возможности составления разрезов и планов этажей, указывается обеспеченность инженерными коммуника-

циями. Для этих целей возможно использование технической документации со сверкой.

При обмерах стоянок, площадок отдыха и автобусных остановок определяют их местоположение и обеспеченность инженерными устройствами, наличие павильонов капитального типа, их размеры.

По инженерным коммуникациям определяют их местоположение относительно дороги, вид коммуникаций, ведомственную принадлежность. По пересекаемым линиям связи и электролиниям определяется местоположение по оси дороги, высота подвеса проводов, глубина заложения кабельных линий.

По участкам повышенной трудности содержания определяется их местоположение. К участкам повышенной трудности относятся участки, проходящие по оползневым районам, болотистым, подтопляемым, а также пучинистым местам.

При камеральных работах выполняют обработку материалов, полученных в результате полевого обследования.

Результатами формирования паспорта являются ведомости и карточки сооружений и заполненная база данных при создании электронного паспорта автомобильной дороги.

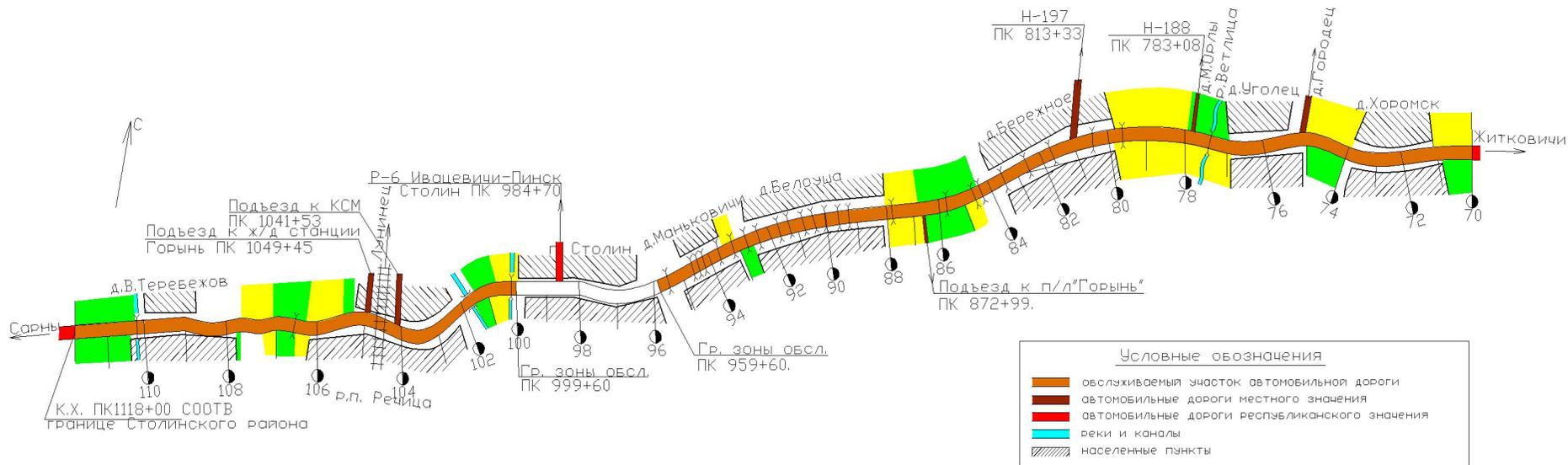


Рисунок 1.1 – Схема автомобильной дороги Р-88 Житковичи - Д. Городок - гр. Украины км 41,100 – км 111,800

Титульное название дороги: Р-88 Житковичи - Д. Городок - гр. Украины (на Сарны)

Начальный и конечный пункты: км70.000 (гр. Гомельской-Брестской обл.) – км111.800 (гр. Столинского района)

Протяжённость дороги (участка) 41.800 км

Начало дороги, км	Конец дороги, км	Общая протяжённость, км		
		Дороги (участков)	Подъездов	Дороги вместе с подъездами
70.000	111.800	41.800	-	41.800

Наименование подъездов (обходов)	Место положение подъездов (начало обхода), км	Протяжённость, км
нет		

Наименование подъездов (обходов) и их протяжённость

Категория дороги

Категория дороги км 70.000-95.960 - III категория.

Категория дороги км 99.960-101.980 - III категория.

Категория дороги км 101.980-111.800 - IV категория.

Ширина земляного полотна: км 70.000-95.960 – 12 м;

км 99.960-101.980 – 12 м;

км 101.980-111.800 – 10 м.

Ширина проезжей части: км 70.000-95.960 – 7 м;

км 99.960-101.980 – 7 м;

км 101.980-111.800 – 6 м.

Ширина обочины: 2,5 м.

Максимальный продольный уклон: 50‰.

Максимальный радиус в плане 3000 м.

Максимальный радиус в профиле 8000 м.

ЛИНЕЙНЫЙ ГРАФИК АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ Р-88 ХИТКОВИЧИ – ДГОРОДОК – гр. УКРАИНЫ (На Сарны)			
Сокращенный продольный профиль		1	1
Километры		2	2
Ваковая ситуация	слева от дороги	3	3
	справа от дороги		
Границы зон обслуж. и наименование дар. орг-я		4	4
Уклоны		5	5
Радиусы кривых в плане		6	6
Радиусы кривых в профиле		7	7
Тип покрытия, ширина проезжей части и земляного полотна		8	8
Конструкция дорожной одежды, толщина конструктивных слоев, трещины и фактический модуль упругости		9	9
Искусственные сооружения		10	10
Грунт земляного полотна		11	11
Снегоопас. уч. снеговальн. насажд., постоянн. заворы	лево	12	12
	право		
Аварийные участки(пучин-е и просадочные.)		13	13
Техническое состояние покрытия		14	14
Год строительства и последнего кап. ремонта		15	15

Рисунок 1.2 – Линейный график

КАРТОЧКА №

водопрпускной трубы км+ автомобильной дороги

Наименование организации	
Название водотока	
Материал трубы	
Отверстие, м	
Длина трубы по лотку, м	
Открылок + длина звена* количество звеньев+открылок	
Высота насыпи у трубы, м	
Высота насыпи над трубой, м	
Уклон лотка трубы, ‰	
Толщина стенок у трубы, м	
Тип основания трубы	
Тип укрепления входного русла	
Тип укрепления выходного русла	
Тип укрепления откосов	
Год строительства	
Год последнего кап. рем.	
Наличие дефектов на момент технического учета	

Схема трубы

Лабораторная работа № 2

Контроль шероховатости дорожного покрытия

Безопасность движения автомобилей в большей степени зависит от шероховатости покрытия.

Шероховатость оказывает влияние на такие процессы взаимодействия колеса и дороги, как трение, износ шин, внешний и внутренний шум, сопротивление качению.

Шероховатость покрытия – качественная характеристика состояния дорожного покрытия, представляющая отклонение его от истинно плоской поверхности в пределах диапазона длин волн до 500 мм и амплитудами между пиками до 50 мм.

Количественной характеристикой шероховатости является глубина текстуры.

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.

Микрошероховатость дорожных покрытий образуется выступающими на поверхности гранями щебня. К микрошероховатости 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 из площади контакта. Но с увеличением микрошероховатости возрастают сопротивление качению, износ шин и уровень шума.

По величине микрошероховатости ориентировочно можно судить о коэффициенте сцепления.

В большинстве случаев для характеристики шероховатости используют три параметра (рисунок 2.1):

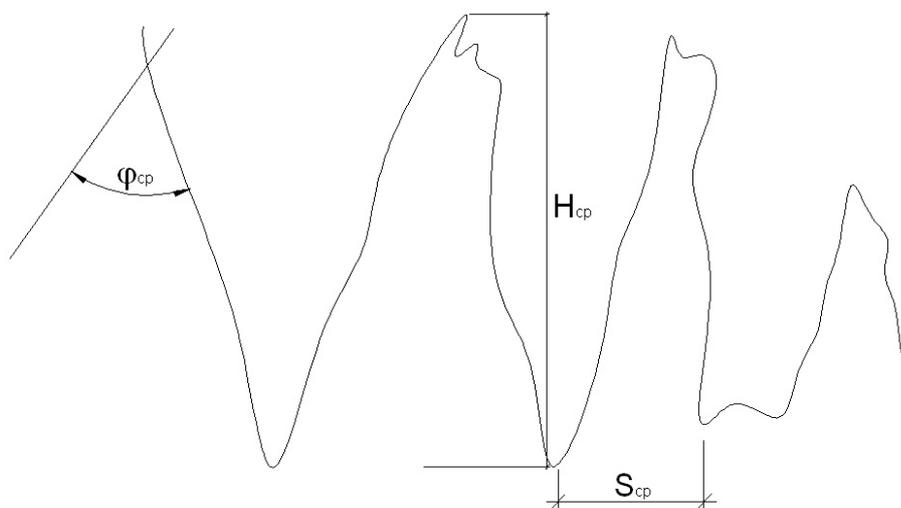


Рисунок 2.1 – Основные параметры шероховатости

H_{cp} – среднюю высоту (глубину) неровностей; S_{cp} – шаг неровностей (среднее расстояние между соседними вершинами); φ_{cp} – средний угол при вершине выступов.

S_{cp} – средний шаг неровности по вершинам

$$S_{cp} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_i}{n}; \quad (2.1)$$

S_i – i -тый шаг неровностей; n – количество шагов неровностей.

H_{cp} – средняя высота неровностей

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_i}{n}; \quad (2.2)$$

H_i – ординаты измеренного профиля (от гребня вершины до дна углубления); n – число измерений ординат.

φ_{cp} – средний угол при вершине

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_i}{n}, \quad (2.3)$$

где φ_i – i -ый угол при вершине.

Контроль шероховатости дорожного покрытия методом «песчаное пятно»

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

Шероховатость характеризуется средней глубиной впадин между щебенками, выступающими из покрытия.

Перед испытанием сухой песок просеивают через сита 0,315 и 0,14. Остаток на сите 0,14 засыпают в мерный цилиндр. Испытываемое место тщательно очищают щеткой. На очищенное покрытие отсыпают часть песка из мерного цилиндра, фиксируя этот объем. Для мелкошероховатой поверхности покрытия достаточно 10 см^3 , а для крупношероховатой – 50 см^3 .

Отсыпанный песок разравнивают шпателем по поверхности покрытия, заполняя все впадины микропрофиля.

Среднюю глубину впадин поверхности h_{cp} (мм) определяют по формуле

$$h_{cp} = \frac{40V}{\pi D^2}, \quad (2.4)$$

где V – объем песка, см^3 ; D – средний диаметр «песчаного пятна», рисунок 2.2.

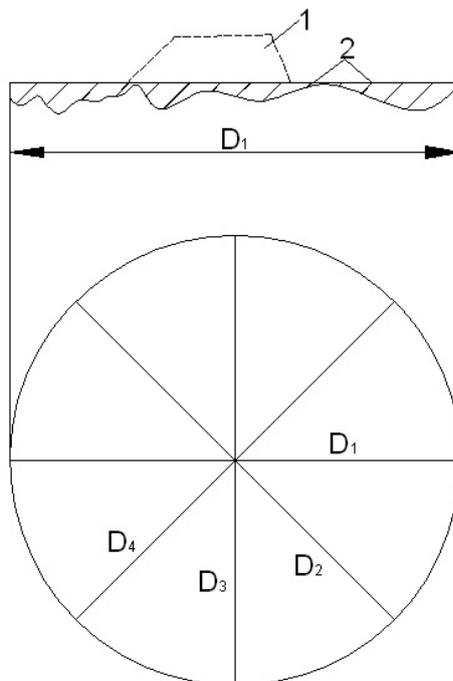


Рисунок 2.2 – Определение шероховатости покрытия методом «песчаного пятна»: 1 – распределяемый песок; 2 – песок во впадинах шероховатости; D_1 – D_4 – измеряемые диаметры пятна

Полученные результаты сравнивают с предельно допустимыми значениями средней глубины впадин эксплуатируемой дороги (таблица 2.1).

При измерении методом «песчаное пятно» следует производить не менее 5 измерений на 1000 м по одной полосе наката.

Таблица 2.1 – Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий

Категория дороги	Средняя глубина впадин h_{cp} , мм
I - III	0,45
IV	0,4
V - VI	0,35

Шероховатость покрытия измеряется по методу «песчаного пятна» или с помощью метода профилирования.

Количественная оценка шероховатости производится по средней глубине профиля (MPD) и вычисленной глубине текстуры (ETD).

Вычисленная глубина текстуры (ETD) обеспечивает связь средней глубины профиля (MPD), полученного изменением глубины макротекстуры покрытия дорожного одежды при помощи метода «профилирования» с традиционной измеряемой глубиной шероховатости методом «песчаного пятна» – h_{cp}

$$ETD=0,2+0,8 MPD.$$

Вычисленная глубина текстуры эквивалентна результатам, полученным по методу «песчаного пятна»

$$ETD = h_{cp}$$

Схема, иллюстрирующая нахождение средней глубины текстуры, приведена на рисунке 2.3.

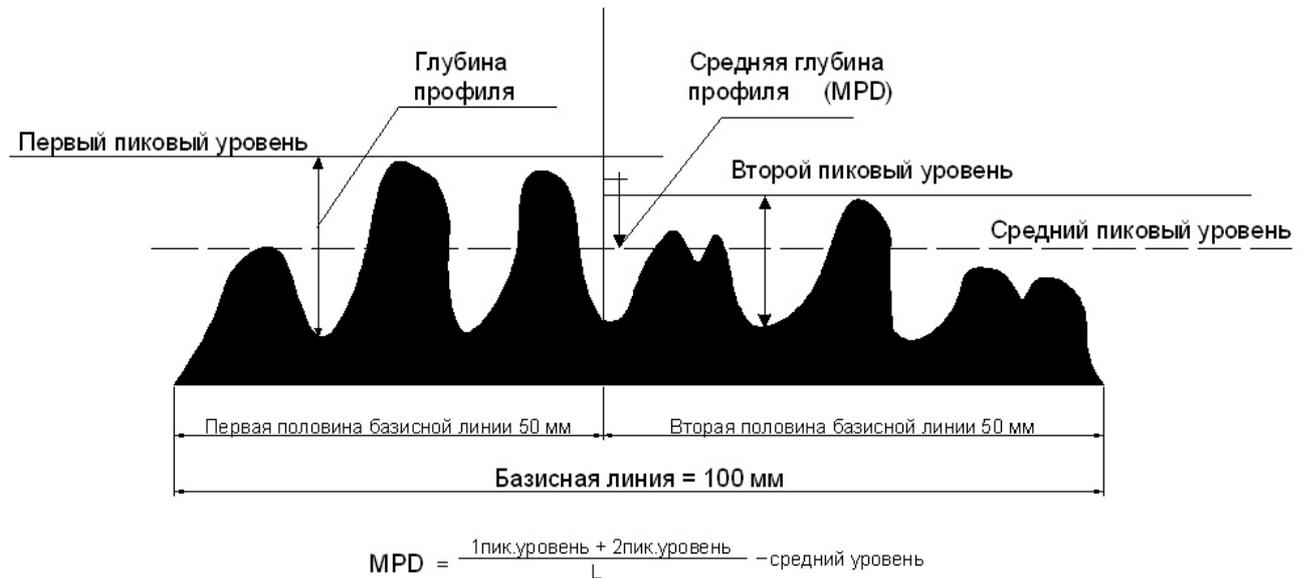


Рисунок 2.3 – Схема определения средней глубины текстуры

Для расчетов длина базисной линии принимается равной 100 мм, что является минимальной длиной контакта шины с покрытием.

Средний уровень определяется как середина между максимальным пиком и минимальной впадиной.

Лабораторная работа № 3

Определение качества уплотнения асфальтобетонной смеси

Для оценки качества уплотнения асфальтобетона в слоях дорожной одежды, покрытиях дорог и прочих инженерных конструкциях используют *плотномер-пенетrometer динамического действия ДПА-1 «КОНДОР»*.

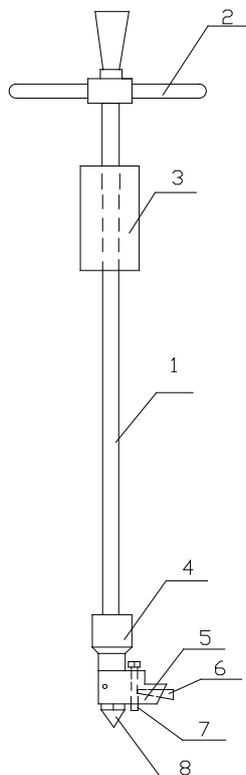


Рисунок 3.1 Динамический плотномер ДПА-1.

1- штанга, **2-** рукоятка, **3-** гиря-ударник

Динамический плотномер ДПА-1 «КОНДОР», предназначенный для контроля плотности асфальтобетона, состоит из направляющей штанги (1) с рукояткой (2), по которой перемещается гиря-ударник (3).

В основании штанги имеется наковальня (4) с ограничителем (5). Ограничитель снабжен следящим устройством, отмечающим момент предельного заглубления конуса в поверхность асфальтобетона. Это устройство состоит из фиксирующего стержня (7), пружинного затвора (6) и конуса (8), ввинчивающегося в корпус ограничителя перед началом испытаний.

Прибором ДПА-1 можно производить контроля качества уплотнения асфальтобетона как в процессе укладки смеси, так и через 1-3 суток после его укладки и уплотнения.

В первом случае, когда температура асфальтобетона составляет $50 \div 60^\circ\text{C}$ используется большой конус. Во втором случае, когда температура материала находится в пределах $20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$, используется малый конус.

Работа с прибором ДПА-1 «КОНДОР» проводится в следующей последовательности:

1. При замере плотности асфальтобетона в процессе укладки и уплотнения используется большой конус. Качество уплотнения контролируется при температуре $+50\div 60^{\circ}\text{C}$.

2. Прибор устанавливается вертикально так, чтобы продольная ось рабочего органа располагалась вдоль дороги. Груз (3) поднимается рукой по направляющей штанге до упора (2) и сбрасывается до тех пор, пока не срабатывает автоматическое устройство (6, 7), отмечающее полное заглубление конуса в поверхность асфальтобетона.

3. По графику (рисунок 3.2) определяется плотность асфальтобетона по числу ударов гири, затраченных на погружение конуса: для песчаного асфальтобетона типа «Г» - по кривой 1 и для мелкозернистого асфальтобетона типа «В» - по кривой 2. По полученным результатам принимается решение об окончании или продолжении укатки материала по требуемой плотности ($K_y=0,98$).

4. Малый конус используется при определении плотности асфальтобетона на уже законченных участках через 1-3 суток после его уплотнения, когда температура горячих и теплых бетонов находится в пределах $+20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

5. Величина коэффициента уплотнения при работе с малым конусом определяется по графику (рисунок 3.3) в случае плотного асфальтобетона и по графику (рисунок 3.4), если использовался высокопористый асфальтобетон. В первом случае требуемая по нормам плотность ($0,98\div 1,00$) обычно отмечается при 25-30 ударах гири, во втором – при 18-22 ударах.

6. Одно измерение плотности асфальтобетона при работе с прибором ДПА-1 производится на основании пенетрации, проведенной по трем точкам, расположенным на расстоянии 30 см одна от другой и вычисляется как среднеарифметическое из трех определений.

7. В случае значительного расхождения в значениях коэффициента уплотнения, определенных прибором ДПА-1 и по вырубкам, взятым из асфальтобетонного покрытия, производится дополнительная тарировка прибора с целью уточнения и исправления кривых для конкретных асфальтобетонных смесей и температур.

Программа дополнительной тарировки динамического плотномера ДПА-1

1. Проводится определение плотности асфальтобетона прибором ДПА-1 и вблизи этого места отбираются вырубки (керны) по три образца с каждого места.

2. По полученному среднему арифметическому количеству ударов и соответствующему графику определяется K_y , которое сравнивается с K_y при испытании вырубок (кернов).

3. По полученным результатам строится новая кривая зависимости K_y от числа ударов, которая сравнивается с имеющейся кривой для аналогичных смесей. При их несовпадении, в процессе дальнейших испытаний, используют уже новую кривую зависимости для настоящих смесей.

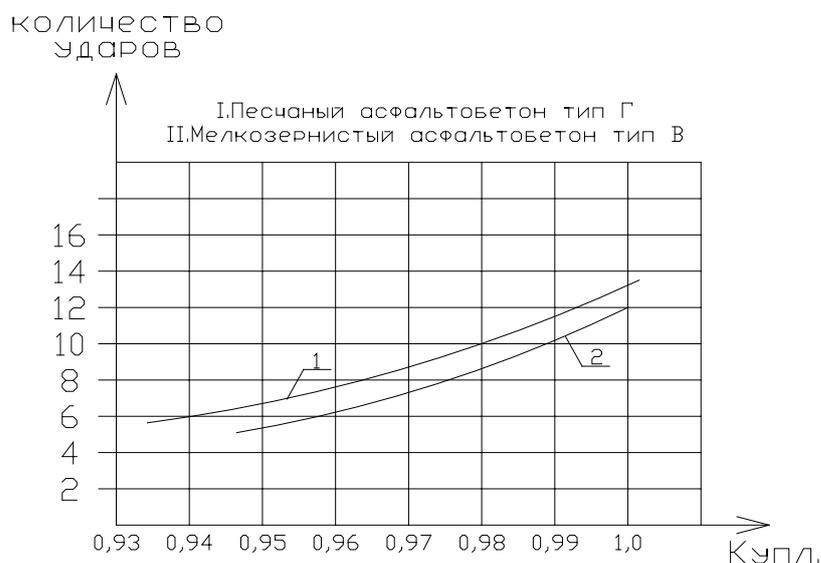


Рисунок 3.2 – График определения коэффициента уплотнения для песчаного и мелкозернистого асфальтобетона при температуре 50°С-60°С

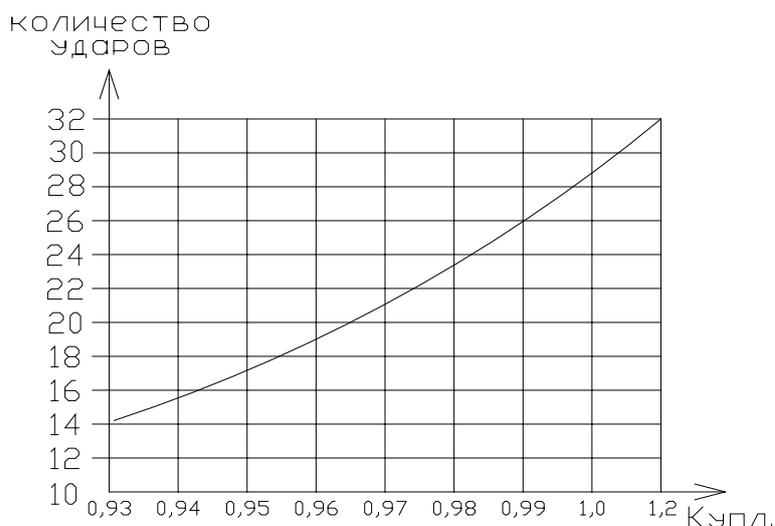


Рисунок 3.3 – График определения коэффициента уплотнения для плотного асфальтобетона при температуре 20°С через 1-3 суток

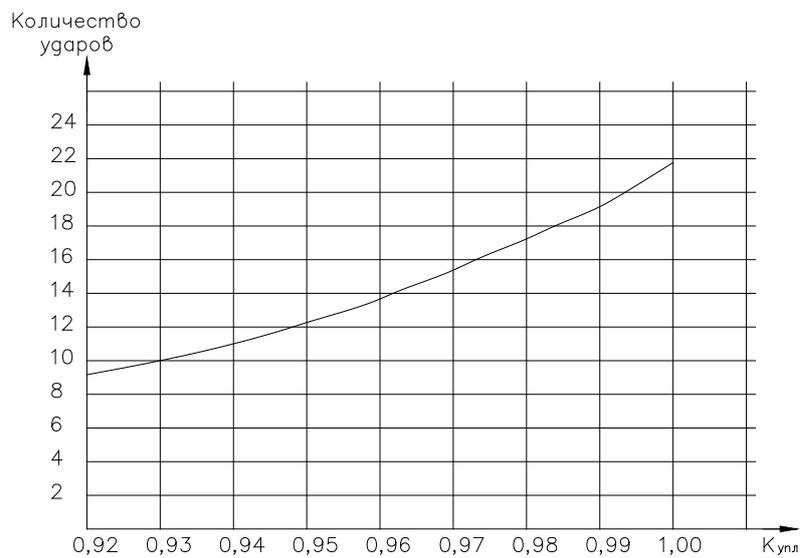


Рисунок 3.4 – График определения коэффициента уплотнения для высокопористого асфальтобетона при температуре 20°С через 1-3 суток

Лабораторная работа № 4

Оценка твердости верхнего слоя асфальтобетонных покрытий

Твердость покрытий - свойство материала покрытия автомобильной дороги оказывать сопротивление при местных контактных воздействиях пластической деформации или хрупкому разрушению в определенных условиях испытания или эксплуатации.

Твердость верхнего слоя дорожного покрытия оценивается глубиной погружения в материал покрытия конуса заданной формы под определенной нагрузкой при фиксированной температуре покрытия.

Для определения твердости покрытия используют твердомер ИП-18 (рисунок 4.1.)

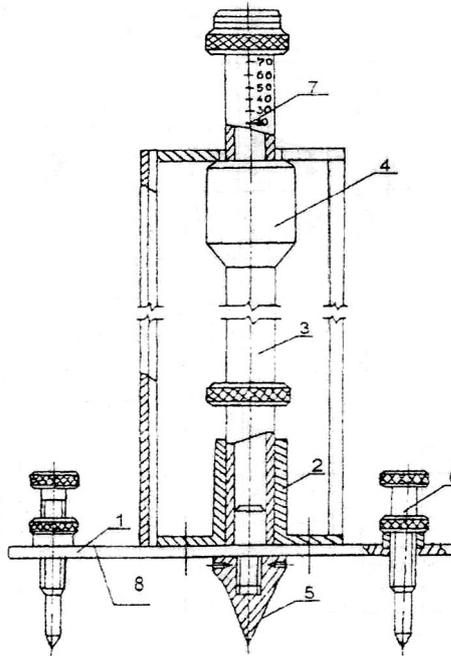


Рисунок 4.1 – Схема твердомера ИП-18

(1 – треугольная станица; 2 – направляющая втулка с вертикальными стойками; 3 – штанга с ограничителем; 4 – груз массой 2500 ± 50 г; 5 - коническая насадка с углом заострения $30 \pm 1^\circ$; 6 – установочные винты; 7 – шкала; 8 – уровень)

При определении твердости температура покрытия должна составлять от 20°C до 50°C .

Назначают точки: первую – на полосе наката, вторую – между полос наката, третью – около разделительной линии или разделительной полосы движения. На каждом километре дорожного покрытия производят не менее 3-х измерений глубины погружения конуса с одновременной регистрацией температуры покрытия.

Измерение глубины погружения конической насадки в верхний слой покрытия производят следующим образом. Твердомер устанавливают на покрытие так, чтобы вершина конической насадки 5 оказались между щебенками. С помощью установочных винтов 6 и уровня 8 треугольную станину 1 устанавливают в горизонтальное положение. После

этого снимают первоначальный отсчет по шкале 7 (h_0) с точностью до 0,5 мм. Затем груз 4 массой 2,5 кг десять раз сбрасывают вдоль штанги 3 с высоты 300 мм. В результате штанга вместе с конической насадкой переместится вниз относительно стоек на величину h_i , которую определяют по шкале, расположенной на штанге. Глубину погружения конуса в покрытие определяют по формуле:

$$h = h_i - h_0 \quad (4.1)$$

Показатель глубины погружения конуса подсчитывается как среднее арифметическое значение результатов проводимых испытаний.

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n} \quad (4.2)$$

Одновременно с погружением конической насадки производят измерение температуры покрытия на глубине от 1 до 3 см от поверхности покрытия.

По глубине погружения конической насадки и температуры покрытия в момент измерения по номограмме (рисунок 4.2) определяют степень твердости дорожного покрытия: *T* – твердые, *H* – нормальные, *M* – мягкое, *OM* – очень мягкое.

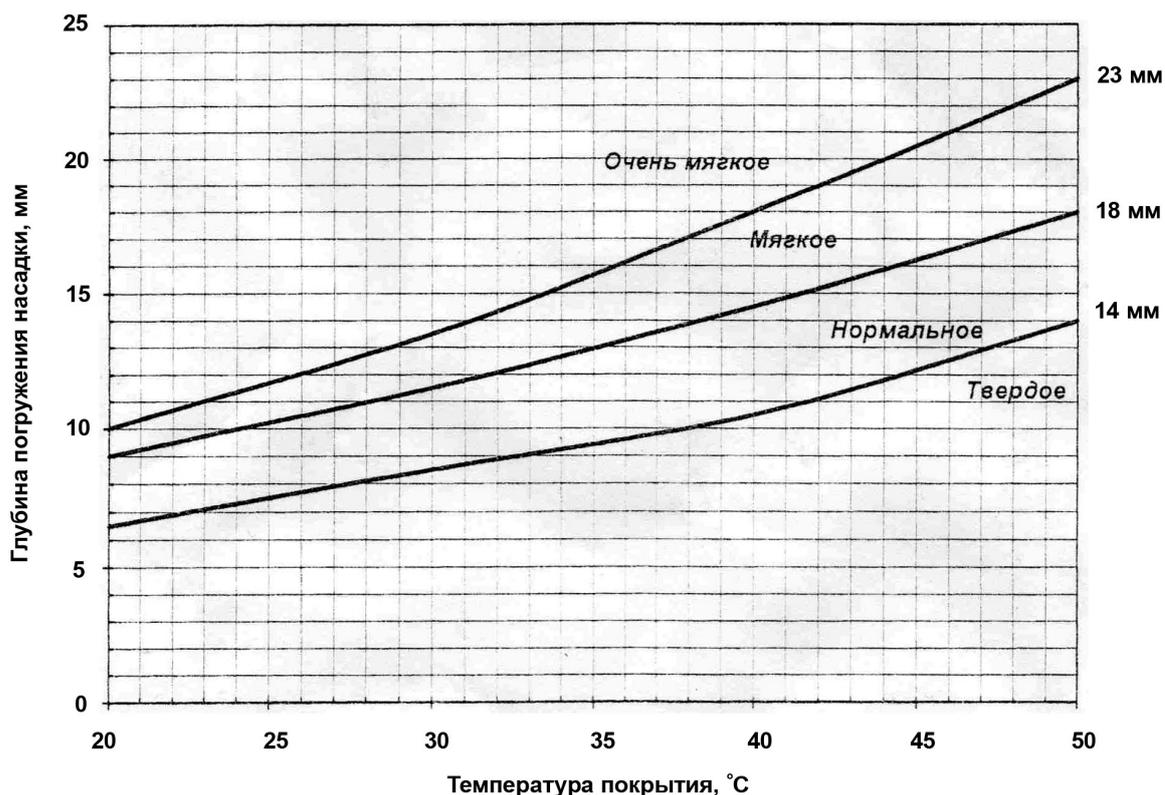


Рисунок 4.2 – Определение степени твердости верхнего слоя дорожного покрытия

Найденное значение степени твердости верхнего слоя асфальтобетонного покрытия в дальнейшем используется для определения требуемого размера щебня для устройства поверхностной обработки (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Фракции щебня, используемые при устройстве поверхностной обработки

Приведенная интенсивность движения грузовых автомобилей ($I_{гр}$), авт/ч	Фракция щебня для одиночной (первого слоя двойной) поверхностной обработки, мм						
	асфальтобетонных покрытий (кроме многощебенистых) при степени твердости				покрытий из цементобетона и многощебенистых асфальтобетонов		
	Т	Н	М	ОМ	при отсутствии поверхностной обработки	при наличии поверхностной обработки	
1	2	3	4	5	6	7	
<i>Для Витебской области</i>							
Менее 20	5-10 или 5-7,5		5-10 или 7,5-12,5	10-15 или 7,5-12,5	5-10 или 5-7,5	10-15 или 7,5-12,5	
От 20 до 200	5-10 или 7,5-12,5	10-15 или 7,5-12,5	10-15 или 12,5-17,5	Устройство поверхностной обработки не допускается			
Более 200	10-15 или 7,5-12,5	10-15 или 12,5-17,5	15-20 или 12,5-17,5				
<i>Для Минской и Могилевской областей</i>							
Менее 20	5-10 или 5-7,5		5-10 или 7,5-12,5	10-15 или 7,5-12,5	5-10 или 5-7,5	10-15 или 7,5-12,5	
От 20 до 200	10-15 или 7,5-12,5		10-15 или 12,5-17,5	Устройство поверхностной обработки не допускается			
Более 200	10-15 или 12,5-17,5	15-20 или 12,5-17,5					
<i>Для Гродненской, Брестской и Гомельской областей</i>							
Менее 20	5-10 или 5-7,5	5-10 или 7,5-12,5	10-15 или 7,5-12,5			5-10 или 5-7,5	10-15 или 7,5-12,5
От 20 до 200	10-15 или 7,5-12,5	10-15 или 12,5-17,5	15-20 или 12,5-17,5	Устройство поверхностной обработки не допускается			
Более 200	10-15 или 12,5-17,5	15-20 или 12,5-17,5					
<p>Примечания:</p> <ol style="list-style-type: none"> Минимальный размер фракции щебня для первого слоя двойной поверхностной обработки 10-15 мм. На остановочных полосах устраивают одиночную поверхностную обработку щебнем фракций 5-10 или 5-7,5 мм. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается увеличение размера фракции щебня, но не более чем на 2,5 мм. 							

Лабораторная работа № 5

Контроль ровности дорожного покрытия

Ровность покрытия – качественная характеристика состояния покрытия, обратная величине неровности. Ровность покрытия определяется как отклонение покрытия дорожной одежды от истинно плоской поверхности в пределах диапазона длин волн 0,5-50 м.

Ровность является индикатором общего состояния дорожного покрытия, характеризует общее количество езды и является интегральным показателем состояния покрытия.

Количественной характеристикой ровности покрытия является *международный индекс ровности (IRI)*. IRI – показатель ровности дорожного покрытия, основанный на моделировании реакции транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч, на имеющиеся на проезжей части неровности (мм/м).

По степени точности оборудование для измерения IRI делится на три класса.

К 1 классу точности относится высокоточное нивелирование и измерения *лазерным профилографом*. Ко 2 классу точности относятся высокоточные измерения *анализатором продольного профиля APL 72*. При измерениях по 1 и 2 классам точности IRI можно получить только по предварительно полученным данным о продольном профиле автомобильной дороги. Требования по частоте и точности профилометрических измерений приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Требования по частоте и точности профилометрических измерений

Диапазон ровности IRI, м/км	Максимальный интервал между точками продольного профиля, мм		Точность измерения отсчетов по нивелирной рейке, мм	
	класс 1	класс 2	класс 1	класс 2
1,0-3,0	250	500	0,5	1,0
3,0-5,0	250	500	1,0	1,5
5,0-7,0	250	500	1,5	2,5
7,0-10	250	500	2,0	4,0
10-20	250	500	3,0	6,0

К 3 классу точности относят измерения *установкой ПКРС-2У* и всеми видами *толчковых (ИВП-1, ТЭД-2М и др.)*. При измерениях по 3 классу точности оценка IRI осуществляется по корреляционным зависимостям с оборудованием класса 1 или 2.

Оценка состояния покрытия по ровности осуществляется по участкам длиной в 100 м и 1 км.

Предельно допустимые значения ровности дорог, находящихся в эксплуатации, в зависимости от интенсивности движения для дорог с

асфальтобетонным и цементобетонным покрытиями приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 –Предельно допустимое значение ровности

Интенсивность, авт/сут	Предельно допустимые значения ровности, м/км	
	Республиканские магистральные автомобильные дороги «М»	республиканские «Р» и местные автомобильные дороги
до 50		9,64
100		9,01
500	6,40	7,55
1000	6,17	6,92
1500	5,94	6,55
2000	5,73	6,29
2500	5,52	6,09
3000	5,33	5,92
3500	5,14	5,78
4000	4,97	5,66
4500	4,80	5,55
5000	4,65	5,46
5500	4,50	5,37
6000	4,37	5,29
6500	4,24	5,22
7000	4,13	5,15

Для измерения ровности применяется несколько высокопроизводительных установок:

1. Установка, смонтированная на микроавтобусе и оснащенная *толчкомером* ИВП-1М. Применяется метод измерения амплитуд колебания задней оси автомобиля относительно кузова. Измерения выполняются на постоянной скорости 50 км/ч. Результаты измерений зависят от многих факторов: нагрузки в кузове, давления в шинах, жесткости рессор, типа автомобиля и др. Результаты измерений выражаются в см/100 м или см/км и представляют собой накопленные колебания оси автомобиля, отнесенные к пройденному пути (100 м или км).

2. Установка, оснащенная динамометрическим прибором ПКРС-2У. В ней применяется метод определения суммарной величины перемещения измерительного колеса прицепа относительно инерционной массы его корпуса. Измерения выполняются на постоянной скорости 50 км/ч. Данная установка независима от типа автомобиля, но зависима от показателя самого прицепа (его шин, амортизаторов). Результаты измерений выражаются в см/100 м или см/км.

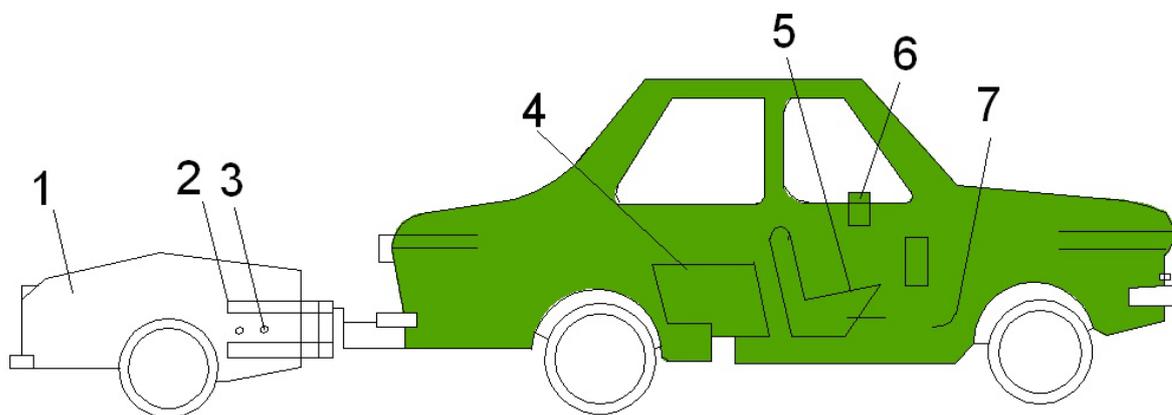


Рисунок 5.1 – Прибор ПКРС-2У

(1 – прицеп с измерительным колесом, 2 – датчик ровности, 3 – датчик сцепления, 4 – бак для воды, 5 – рукоятка для подачи воды, 6 – регистрирующий прибор, 7 – педаль тормоза измерительного колеса)

3. Установка «профилограф», оснащена поперечной балкой с 15 лазерами, применяется метод измерения лазерами расстояния между балкой и поверхностью дороги, положение балки в пространстве определяется при помощи гироскопов, динамика изменения местоположения балки (ускорения) измеряются акселерометрами. Измерения выполняются на любых скоростях более 40 км/ч для определения IRI, без ограничения скорости для других индексов ровности.

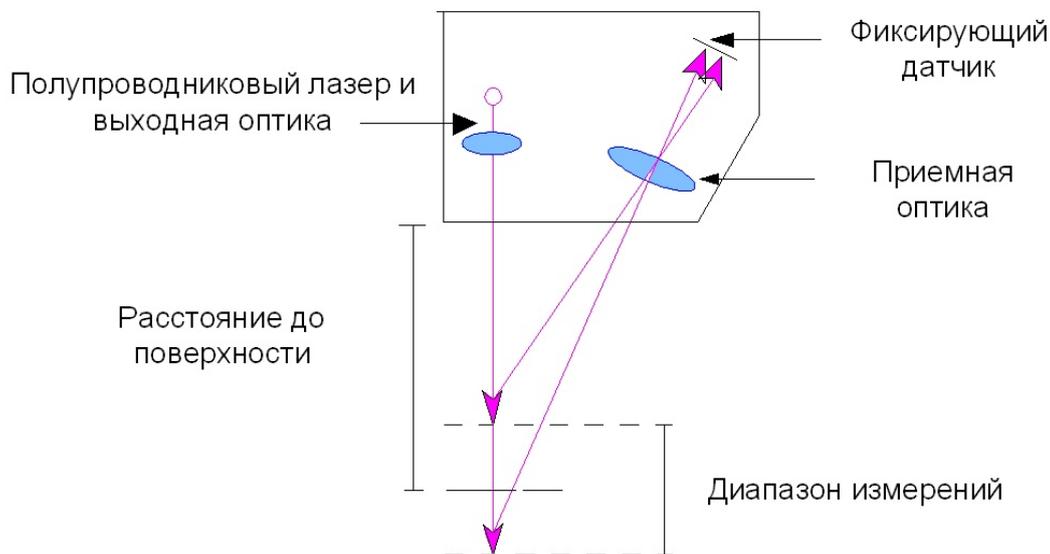


Рисунок 5.2 – Профилограф компании «Гринвуд Инженеринг» (Дания), схема работы лазерного профилографа

4. Простейшим прибором определения ровности дорожных покрытий является трехметровая рейка. Степень ровности покрытия оценивают по величине зазора между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью покрытия.

Качество покрытий оценивают процентным соотношением просветов под трехметровой рейкой.

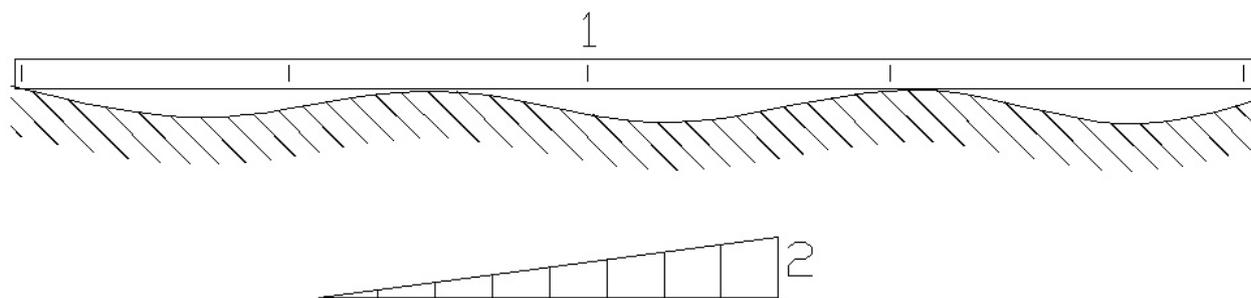


Рисунок 5.3 – Трехметровая рейка 1 с мерным клином 2

Измерение проводят в продольном направлении в трех створах на пикете (через каждые 30 м) на захватках длиной не менее 400 м, которые берутся из расчета, чтобы их общая протяженность составляла не менее 10% длины принимаемого участка. Захватки выбирают на самых неблагоприятных по ровности участках, установленных визуальным способом.

В каждом измерительном створе прикладывают рейку в трех местах на расстоянии 0,5-1,0 м от кромок проезжей части и по оси. Просветы под нижней кромкой рейки и поверхностью дорожного покрытия измеряют в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга. В пределах каждой из захваток замеряют не менее 100-130 просветов. Результаты промеров заносят в рабочую ведомость или журнал (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Результаты промеров

Место измерения			Количество просветов под 3-х метровой рейкой различной величины			
км	ПК	створ	до 3	до 5	более 5	Максимальный просвет
1	2	3	4	5	6	7

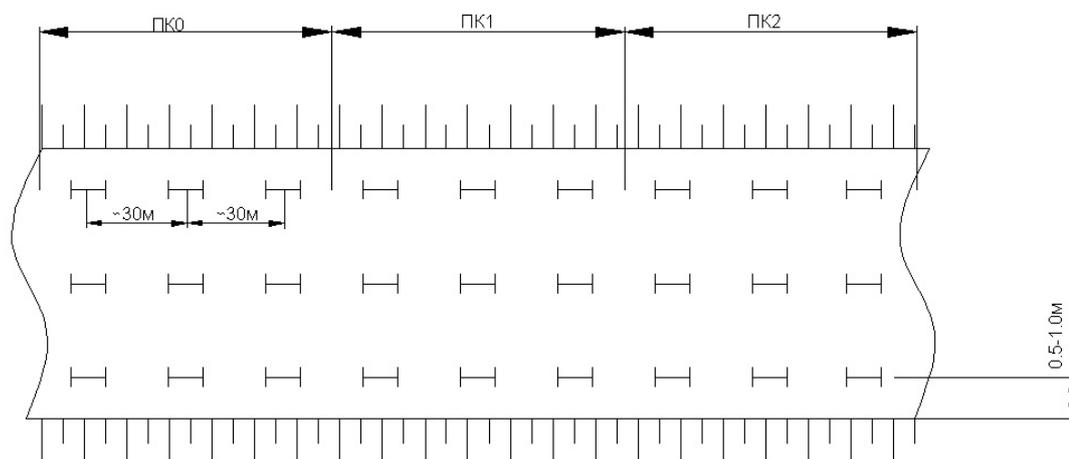


Рисунок 5.4 – Схема установки трехметровой рейки на проезжей части

Результаты промеров обрабатывают. Вначале вычисляют число просветов определенного размера и их общую сумму, а затем эти величины выражают в процентах от общего числа просветов.

Обрабатывают результаты промеров отдельно по каждому километру в отдельности. Полученные данные сравнивают с нормативными (ТКП 059-2007).

Для асфальтобетонных покрытий не более 5% замеров могут иметь значения просветов в пределах до 10 мм, остальные до 5 мм.

Основным недостатком этого способа измерений является высокая трудоемкость и недостаточная точность.

Лабораторная работа № 6

Учет и расчет интенсивности движения

Интенсивность движения – количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени суммарно в обоих направлениях или отдельно по каждому направлению.

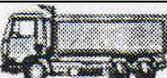
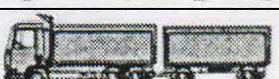
Транспортные средства подразделяются по группам и категориям.

Таблица 6.1 – Классификация транспортных средств по группам

Группа транспортных средств	Характеристика группы транспортных средств
1	Мотоциклы
2	Легковые автомобили и микроавтобусы
3	Легковые автомобили с прицепом
4	Грузовые автомобили
5	Автопоезда
6	Автобусы

На основании визуального учета интенсивности движения составляется карточка учета

Таблица 6.2 – Классификация транспортных средств по категориям

Система классификации транспортных средств с учетом рекомендаций ЕЭК ООН		№ группы	Графическое обозначение транспортных средств	Виды транспортных средств
Характеристика движения	Категория транспортных средств			
Движение легких механических транспортных средств	A	1		
	B	2		
Движение тяжелых механических транспортных средств	C	3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		

		9		
--	--	---	---	--

Продолжение таблицы 6.2

		10		
		11		
		12		
		13		
		14	 	
		D	15	  

По данным учета интенсивности движения на каждом перегоне автомобильной дороги рассчитывается:

- среднегодовая суточная интенсивность движения;
- наибольшая часовая интенсивность движения, повторяющаяся в течение не менее 50 часов в год;
- интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю;
- интенсивность движения по категориям транспортных средств.

Другие показатели интенсивности движения рассчитываются по необходимости.

Периодичность учета интенсивности движения на сети автомобильных дорог общего пользования I - IV категории составляет один раз в пять лет. На автомобильных дорогах V - VI категории учет интенсивности выполняют при необходимости.

Для определения максимальной часовой и суточной интенсивности учет рекомендуется проводить в наиболее теплые дни в июле - августе месяцах по пятницам с 15 до 19 часов.

Среднегодовая суточная интенсивность движения рассчитывается в зависимости от количества раз кратковременного учета.

При одноразовом кратковременном учете среднегодовая суточная интенсивность движения рассчитывается по формуле

$$N_{cp.z} = N_u \cdot K_u \cdot K_d \cdot K_m \text{ авт./сут}, \quad (6.1)$$

где N_u – учетная интенсивность движения за определенное количество часов (не менее 4 часов), авт./сутки; K_u – коэффициент, учитывающий количество часов учета интенсивности движения (таблицы 6.3, 6.4, 6.5); K_d – коэффициент, учитывающий день недели учета интенсивности движения (таблица 6.6); K_m – коэффициент, учитывающий месяц учета интенсивности движения (таблицы 6.7, 6.8).

При многоразовом кратковременном учете среднегодовая суточная интенсивность движения определяется по формуле

$$N_{cp.z} = \frac{\sum N'_{cp.z}}{n}, \quad (6.2)$$

где $N'_{cp.z}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения, рассчитанная по формуле (6.1) для одноразового кратковременного учета, авт./сутки; n – количество раз кратковременного учета интенсивности движения.

Доверительный интервал ($I_{c.c}$) среднегодовой суточной интенсивности движения определяется для 95% уровня надежности по формуле

$$I_{c.c} = 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (6.3)$$

где σ – стандартное отклонение, авт./сутки. Определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_{cp})^2}{n-1}}, \quad (6.4)$$

где n – количество раз учета интенсивности движения; N_i – интенсивность движения i -ого измерения; N_{cp} – средняя интенсивность движения из n измерений.

Наибольшая часовая интенсивность движения, повторяющаяся в течение не менее 50 часов в год, рассчитывается по формулам:

– для республиканских автомобильных дорог (Р)

$$N_{50} = 0,082 \cdot N_{cp.z}; \quad (6.5)$$

– для республиканских магистральных автомобильных дорог (М)

$$N_{50} = 0,162 \cdot N_{cp.z}; \quad (6.6)$$

– для местных автомобильных дорог

$$N_{50} = 0,051 \cdot N_{cp.z}. \quad (6.7)$$

Максимальная часовая интенсивность движения рассчитывается по зависимости:

– для республиканских автомобильных дорог (Р)

$$N_{инт.ч} = 0,152 \cdot N_{cp.z}; \quad (6.8)$$

– для республиканских магистральных автомобильных дорог (М)

$$N_{инт.ч} = 0,205 \cdot N_{cp.z}; \quad (6.9)$$

– для местных автомобильных дорог

$$N_{инт.ч} = 0,101 \cdot N_{cp.z}. \quad (6.10)$$

Максимальная суточная интенсивность движения рассчитывается по зависимости:

– для республиканских автомобильных дорог (Р)

$$N_{\text{инт.сут}} = 1,384 \cdot N_{\text{ср.д}}; \quad (6.11)$$

– для республиканских автомобильных дорог (М)

$$N_{\text{инт.сут}} = 1,523 \cdot N_{\text{ср.д}}; \quad (6.12)$$

– для местных автомобильных дорог

$$N_{\text{инт.сут}} = 1,308 \cdot N_{\text{ср.д}}. \quad (6.13)$$

Таблица 6.3 – Значение часовых коэффициентов ($K_{ч}$) для республиканских автомобильных дорог (Р)

Начало учета	Количество часов непрерывного учета											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	15,86	7,49	4,87	3,62	2,90	2,40	2,04	1,79	1,59	1,44	1,34	1,27
9	14,18	7,04	4,70	3,56	2,83	2,35	2,02	1,77	1,58	1,46	1,38	
10	13,96	7,02	4,74	3,54	2,81	2,35	2,02	1,78	1,63	1,52		
11	14,12	7,19	4,74	3,52	2,83	2,37	2,04	1,85	1,71			
12	14,64	7,13	4,69	3,54	2,85	2,39	2,13	1,95				
13	13,88	6,89	4,67	3,53	2,85	2,49	2,25					
14	13,69	7,03	4,74	3,59	3,03	2,68						
15	14,45	7,24	4,87	3,89	3,33							
16	14,52	7,34	5,33	4,33								
17	14,84	8,41	6,18									

Таблица 6.4 – Значение часовых коэффициентов ($K_{ч}$) для республиканских магистральных автомобильных дорог (М)

Начало учета	Количество часов непрерывного учета											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	16,87	8,59	5,83	4,41	3,52	2,91	2,45	2,10	1,82	1,61	1,46	1,34
9	17,57	8,96	5,99	4,46	3,52	2,87	2,40	2,05	1,78	1,59	1,46	
10	18,30	9,10	5,99	4,40	3,43	2,78	2,32	1,99	1,75	1,59		
11	18,09	8,90	5,80	4,23	3,28	2,65	2,23	1,94	1,74			
12	17,54	8,53	5,52	4,00	3,11	2,54	2,17	1,93				
13	16,62	8,05	5,19	3,78	2,97	2,48	2,17					
14	15,60	7,55	4,90	3,62	2,92	2,49						
15	14,63	7,15	4,72	3,59	2,97							
16	13,98	6,98	4,76	3,72								
17	13,94	7,21	5,07									

Таблица 6.5 – Значение часовых коэффициентов ($K_{ч}$) для местных автомобильных дорог

Начало учета	Количество часов непрерывного учета											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	14,07	7,54	5,17	4,01	3,36	2,79	2,36	2,02	1,78	1,58	1,44	1,34
9	16,25	8,18	5,60	4,42	3,48	2,83	2,36	2,04	1,78	1,60	1,48	
10	16,48	8,54	6,07	4,42	3,43	2,76	2,33	2,00	1,77	1,62		
11	17,75	9,61	6,04	4,33	3,32	2,71	2,27	1,99	1,80			
12	20,97	9,17	5,72	4,09	3,20	2,61	2,24	2,00				

13	16,28	7,87	5,08	3,77	2,98	2,51	2,21					
14	15,24	7,37	4,91	3,65	2,96	2,56						
15	14,29	7,24	4,79	3,68	3,08							
16	14,68	7,21	4,95	3,93								
17	14,17	7,48	5,37									

Таблица 6.6 – Значение коэффициентов дня недели ($K_{\text{д}}$)

День проведения учета	Республиканские автомобильные дороги (Р)	Республиканские автомобильные дороги (М)	Местные автомобильные дороги
Понедельник	1,09	1,28	1,04
Вторник	1,00	1,06	1,05
Среда	1,01	1,03	1,00
Четверг	0,99	0,96	0,94
Пятница	0,92	0,88	0,91
Суббота	1,03	0,92	1,07
Воскресенье	1,02	1,06	1,09

Таблица 6.7 – Таблица коэффициентов месяца ($K_{\text{м}}$)

Республиканские дороги	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
М	1,29	1,20	1,14	1,06	1,02	0,87	0,82	0,81	0,86	1,03	1,04	1,05
Р	1,21	1,18	1,12	1,06	1,01	0,94	0,88	0,86	0,9	0,99	0,99	1,00

Таблица 6.8 – Таблица коэффициентов месяца ($K_{\text{м}}$)

Местные дороги	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
	1,39	1,27	1,21	1,05	1,00	0,91	0,87	0,84	0,85	0,9	0,97	1,04

Лабораторная работа № 7 Оценка состояния покрытия по дефектности

Оценка состояния усовершенствованного покрытия может выполняться по проценту дефектности (DP).

Процент дефектности покрытия на участке длиной не менее 100 метров и не более 1000 метров определяют с точностью до 0,1 % по формуле

$$DP = \frac{\sum S_{di} \cdot K_w}{S_p} \cdot 100\%, \quad (7.1)$$

где S_{di} – площадь каждого вида дефекта покрытия на участке дороги, м²; K_w – коэффициент весомости; S_p – общая площадь покрытия на участке, м².

Для линейных дефектов площадь каждого вида дефекта покрытия S_{di} определяется по формуле:

$$S_{di} = w \cdot L_i, \quad (7.2)$$

где L_i – протяженность линейного дефекта покрытия на участке дороги, м; w – коэффициент приведения, который принимается: ($w = 0,5$ – для отдельных трещин; $w = 0,3$ – колея до 1,5 см; $w = 0,4$ – колея от 1,5 до 3,0 см; $w = 1$ – колея >3,0 см; $w = 0,2$ – разрушение кромок).

Коэффициент весомости (K_w) для цементобетонных покрытий равен единице.

Коэффициент весомости (K_w) для асфальтобетонных покрытий дефекта «частые трещины» принят за единицу. По отношению к трещинам весомость остальных дефектов принимается:

- отдельные трещины - 1,0;
- частые трещины - 1,0;
- сетка трещин - 1,2;
- выбоины - 1,0;
- колея до 1,5 см - 1,0;
- колея от 1,5 до 3,0 см - 1,3;
- колея >3,0 см - 1,6;
- заплаты - 1,0;
- выкрашивание - 0,3;
- разрушение кромок - 0,1.

Оценку состояния усовершенствованного покрытия с использованием процента дефектности (DP) по уровням дефектности определяют в соответствии с таблицей 7.1.

Таблица 7.1 - Уровни дефектности покрытий

Категория дороги	Уровень дефектности		
	1	2	3
I-II	3-4,9	5-9,9	более 10
III	5-9,9	10-19,9	более 20
IV	10-14,9	15-24,9	более 25

В ходе обследования устанавливают имеющиеся на покрытии дефекты согласно ниже приведенной классификации. По каждому дефекту определяется его точечное или линейное местоположение на дороге и объем.

Обследование дороги производят из автомобиля, движущегося со скоростью не более 25 км/ч с занесением дефектов и их характеристик в бортовой компьютер или пешком с применением дорожного курвиметра и записью дефектов ведомость (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Ведомость дефектов на участке км...км...

Код	Дефекты дорожных одежд	Ед. изм.	Количество
1	Трещины отдельные	п.м	
2	Трещины частые	м ²	
3	Сетка трещин	м ²	
4	Выбоины	м ²	
5	Колейность до 1,5 см	п.м	
6	Колейность от 1,5 до 3,0 см	п.м	
7	Колейность свыше 3,0 см	п.м	
8	Выкрашивание и шелушение	м ²	
9	Разрушение кромок	п.м	
10	Заплаты	м ²	
11	Разрушение ПО	м ²	

Классификация дефектов в нежестких дорожных одеждах

Отдельные трещины

Описание: Поперечные и косые трещины, не связанные между собой; среднее расстояние между которыми свыше 4 метров (рисунок 7.1).

Измерение: Записывается общая длина трещин в погонных метрах.

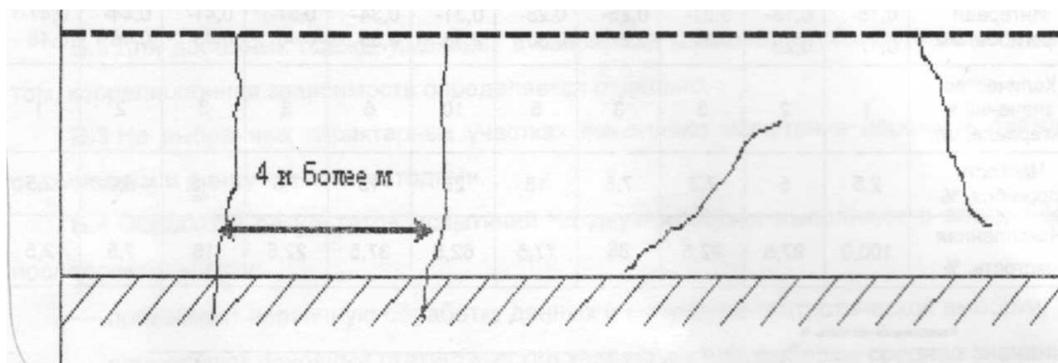


Рисунок 7.1. – Отдельные трещины

Частые трещины

Описание: Поперечные и косые трещины с ответвлениями, иногда связанные между собой, но, как правило, не образующие замкнутых фигур; среднее расстояние между соседними трещинами от 1 до 4 метров (рисунок 7.2).

Измерение: Записывается площадь участка с трещинами в метрах квадратных.

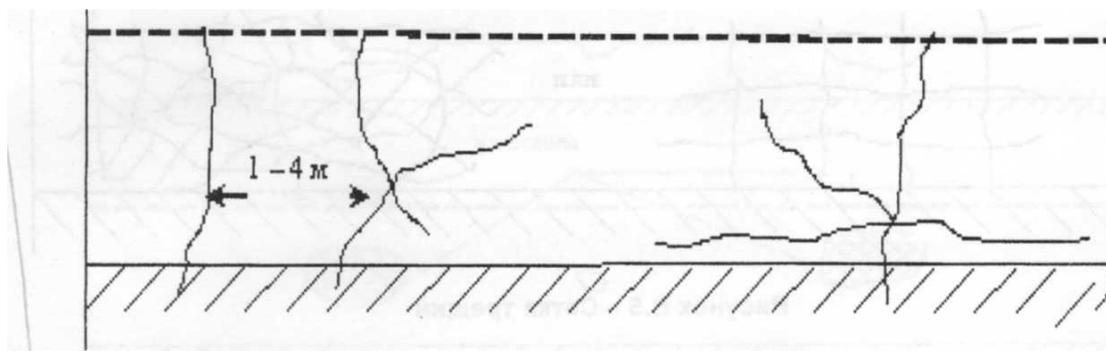


Рисунок 7.2 – Частые трещины

Сетка трещин

Описание: Взаимопересекающиеся поперечные, продольные и криволинейные трещины, делящие поверхность ранее монолитного покрытия на ячейки (рисунок 7.3). Измерение: Дефект измеряют в метрах квадратных площади дефектного участка.

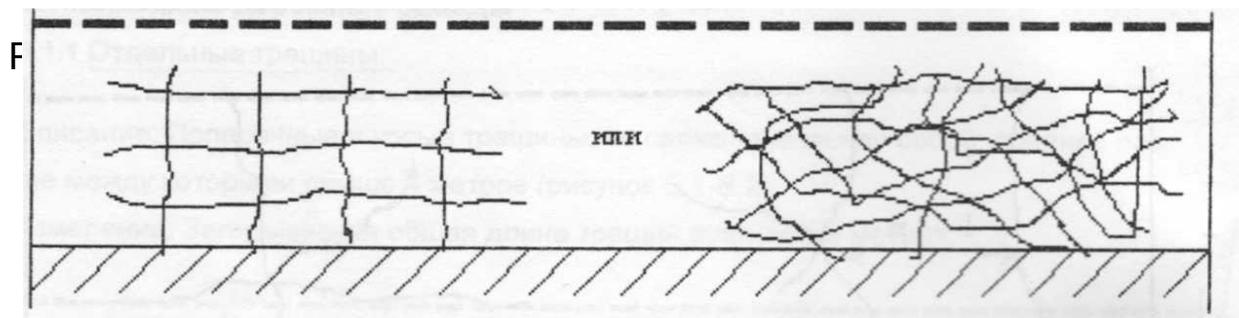


Рисунок 7.3 – Сетка трещин
Выбоины

Описание: Местные разрушения дорожного покрытия, имеющие вид углубления с резко очерченными краями, образовавшегося за счет разрушения материала покрытия (рисунок 7.4), дефектного участка.

Измерение: Измеряют выбоины в метрах квадратных площади дефектного участка.

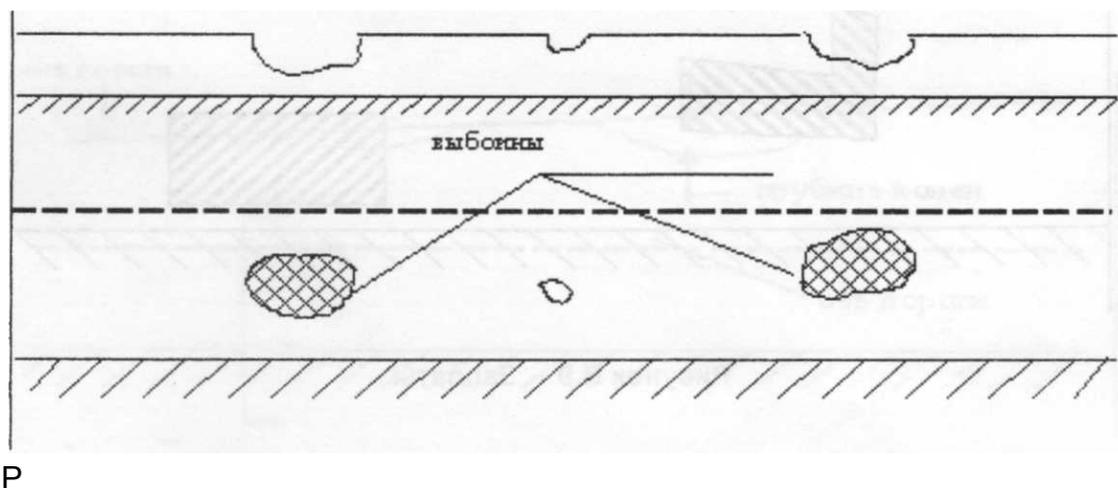
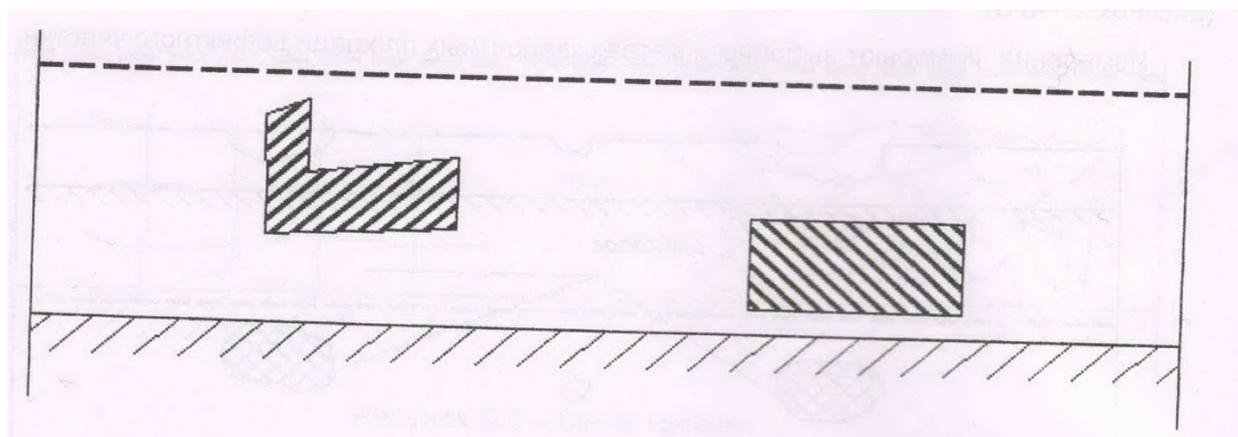


Рисунок 7.4 – Выбоины

Заплаты

Описание: Участок, на котором исходное дорожное покрытие было удалено и заменено сходным или другим материалом (рисунок 7.5).

Измерение: Измеряют заплаты в метрах квадратных площади де-



фактного участка.

Рисунок 7. 5 – Заплаты

Колейность менее 1,5 см

Описание: Углубления продольного направления на проезжей части, образовавшиеся по полосе наката под действием транспортных средств; глубина колеи менее 1,5 см (рисунок 7.6).

Измерение: Записывается общая длина колеи в погонных метрах по каждой полосе проезжей части.

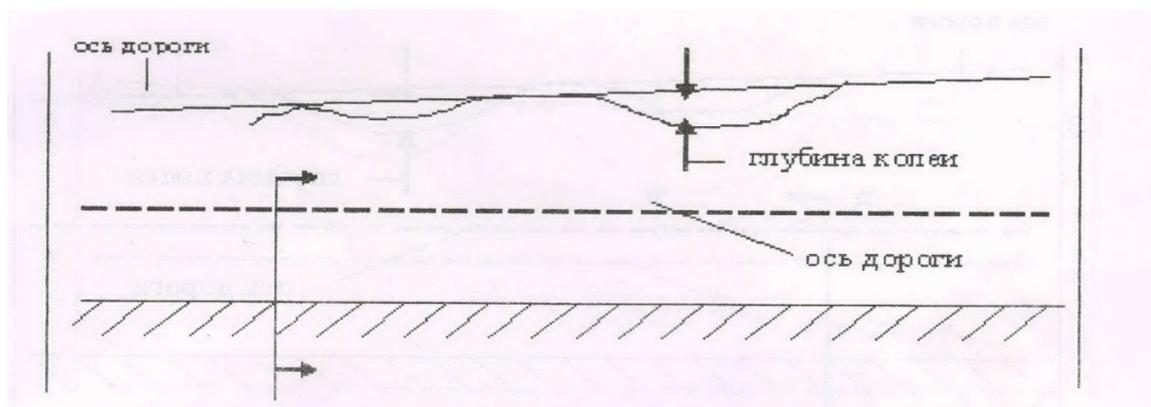


Рисунок 7.6 –Колейность

Колейность от 1,5 см до 3,0 см

Описание: Углубления продольного направления на проезжей части, образовавшиеся по полосе наката под действием транспортных средств; глубина колеи находится в пределах 1,5 - 3,0 см (рисунок 7.7).

Измерение: Записывается общая длина колеи в погонных метрах по каждой полосе проезжей части.

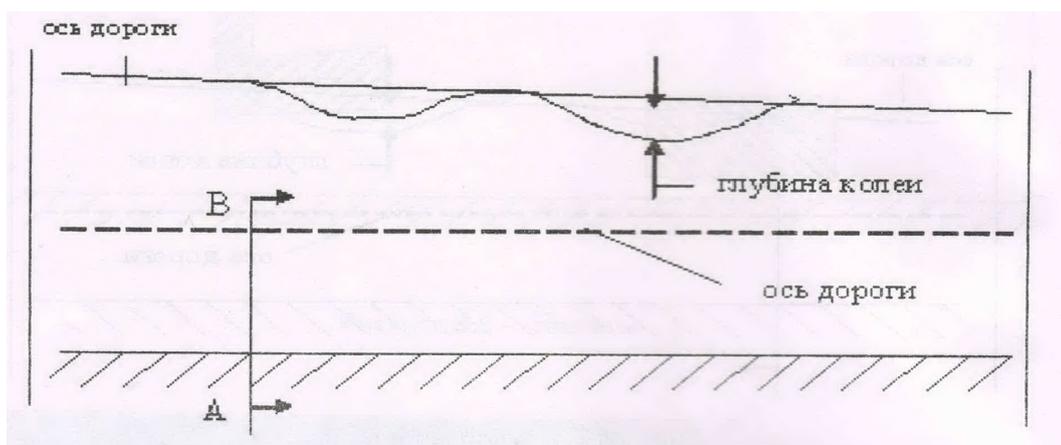


Рисунок 7.7 –Колейность

Колейность более 3,0 см

Описание: Углубления продольного направления на проезжей части, образовавшиеся по полосе наката под действием транспортных средств; глубина колеи более 3,0 см (рисунок 7.8).

Измерение: Записывается общая длина колеи в погонных метрах по каждой полосе проезжей части.

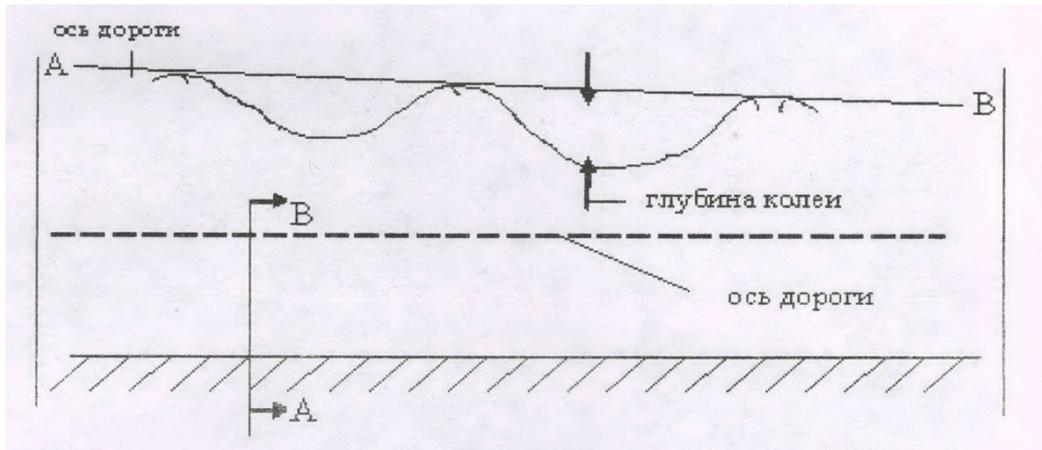


Рисунок 7.8
– Колей-
ность

Выкрашивание и шелушение

Описание: Поверхностное разрушение покрытия и отслаивание вяжущего вещества от минерального материала

Измерение: Записывается площадь дефектной поверхности в метрах квадратных.

Разрушение кромок

Описание: Разрушение краев покрытия в виде сетки трещин или откалывания асфальтобетона

Измерение: Записывается длина дефекта в погонных метрах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобильные дороги Беларуси: энциклопедия / под общ. ред. А.В.Минина. Минск: БелЭн, 2002. – 672 с.
2. Васильев, А.П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учеб. для вузов / А.П.Васильев, В.М. Сиденко; под ред. А.П.Васильева. М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
3. Леонович И.И. Дорожная климатология: учеб. / И.И.Леонович. Минск: БНТУ, 2005. – 485 с.
4. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / А.П.Васильев [и др.]; под ред. А.П.Васильева. М.: Транспорт, 1989. – 287 с.

Учебное издание

Составители:

Чумичева Наталья Валентиновна

Климович Елена Станиславовна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по дисциплине
«Эксплуатация дорог и дорожных сооружений»
для студентов специальности 1-70 03 01 –
« Автомобильные дороги»

Ответственный за выпуск: *Н.В.Чумичева*

Редактор: *Т.В.Строкач*

Компьютерный набор и верстка: *Н.А.Казимирова*

Корректор:

Подписано к печати 2011. Бумага «Снегурочка». Формат
Гарнитура Arial. Усл. п. л. . Уч.-изд.л. Тираж 50 экз. Заказ
Отпечатано на ризографе Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267