МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Организация автомобильных перевозок
и дорожного движения»

ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ИХ ТРАНСПОРТНЫЕ КАЧЕСТВА

Методические указания
для студентов всех форм обучения
по специальности 1-44 01 01 «Организация перевозок
и управление на автомобильном и городском транспорте»

Минск
БНТУ
2014

УДК 656.13 (075.4)
ББК 39.31я73-9
П90

Составители:
Е. Н. Кот, *В. Н. Седюкевич*, *В. Д. Чижонок*

Рецензенты:
заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения филиала БНТУ «НИЧ», кандидат технических наук, доцент *Д. В. Капский*;
начальник Главного управления автомобильных дорог Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь *Е. В. Рокало*

Приводятся методические указания к изучению дисциплины «Пути сообщения и их транспортные качества» (перечень изучаемых вопросов, учебно-методическая карта, информационное обеспечение), а также исходные данные и методические указания к выполнению лабораторных работ.

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Функционирование транспортной системы требует учета условий движения транспортных средств. Себестоимость и безопасность автомобильных перевозок в значительной степени определяются транспортными качествами путей сообщения (автомобильных дорог и улиц населенных пунктов). С другой стороны, движение транспортных средств с нерасчетными характеристиками вызывает ускоренный износ и разрушение путей сообщения или их элементов и тяжелые последствия при возникновении аварийных ситуаций.

Целью дисциплины является изучение условий осуществления транспортной деятельности в части путей сообщения дорожного транспорта (дорог).

Основные задачи дисциплины – изучение методов оценки транспортно-эксплуатационных качеств путей сообщения различных типов, учет этих качеств при организации движения транспортных средств для автомобильных перевозок, а также изучение вопросов сооружения и содержания путей сообщения.

В результате освоения дисциплины «Пути сообщения и их транспортные качества» студент должен:

***знать**:*

– классификацию автомобильных дорог и улиц;

– требования к автомобильным дорогам и улицам;

– оценку транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и улиц;

уметь:

– оценивать эксплуатационные качества автомобильных дорог и улиц и их соответствие нормативам;

– выявлять опасные участки автомобильных дорог и улиц;

– оценивать допускаемые осевые нагрузки на автомобильную дорогу в различные периоды года;

– организовать движение по платным автомобильным дорогам;

– разрабатывать мероприятия по улучшению дорожных условий движения транспортных средств.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ИХ ТРАНСПОРТНЫЕ КАЧЕСТВА»

Тема 1. Введение

Цели и задачи учебной дисциплины, связь с другими дисциплинами. Значение путей сообщения в развитии экономики Республики Беларусь. Требования транспорта к современным путям сообщения: экономичность, скорость, безопасность и удобство пассажирских и грузовых перевозок. Взаимодействие транспортного средства и пути сообщения, учет особенностей восприятия водителями транспортных средств условий движения как научная база проектирования и эксплуатации путей сообщения.

Общая классификация путей сообщения различных видов транспорта: дорожного, железнодорожного, воздушного, водного, трубопроводного.

Классификация путей сообщения дорожного транспорта Беларуси. Расчетные скорости движения по загородным автомобильным дорогам Беларуси, улицам и дорогам населенных пунктов, их обоснование. Технико-экономические показатели возведения и эксплуатации путей сообщения. Современное состояние дорожного хозяйства Беларуси. Планы развития и совершенствования системы путей сообщения дорожного транспорта в Беларуси – повышение характеристик опорной сети дорог, реконструкция и развитие сети дорог общего пользования. Охрана труда при дорожной деятельности. Инновации в возведении и содержании автомобильных дорог и улиц.

Тема 2. Элементы путей сообщения и требования к ним

Земляное полотно и его элементы. Проложение дороги в насыпях и выемках. Проезжая часть, обочины, велосипедные и пешеходные дорожки, тротуары, тракторные пути. Дорожная одежда. Система отвода воды с дороги. Водопропускные сооружения. Поперечные профили земляного полотна в насыпях, выемках и на косогорах. Поперечный профиль проезжей части. Разделительная полоса на автомобильных дорогах. Краевые полосы. Переходно-скоростные полосы. Обочины.

Обоснование ширины полосы движения. Скорость движения одиночных транспортных средств и транспортных потоков в различных дорожных условиях. Пропускная способность полосы движения и обоснование числа полос движения на проезжей части.

Крутизна откосов земляного полотна. Изображение поперечных профилей в проектах дорог.

Функциональные особенности путей сообщения в населенных пунктах. Элементы городских улиц и дорог: проезжая часть, трамвайное полотно, тротуары, велосипедные дорожки, зеленые насаждения. Требования различных городских транспортных средств к элементам улиц. Поперечные профили городских дорог и улиц и принципы их конструирования. Особые случаи проектирования поперечных профилей на набережных и подходах к мостам.

Подземные инженерные сети и принципы их размещения. Система отвода ливневых вод.

Тема 3. План трассы и его элементы

Понятие трассы. Элементы трассы. Прямые и кривые. Обоснование величины радиусов кривых в плане. Переходные кривые. Виражи и уширения проезжей части на кривых. Расчетная видимость дороги в плане. Боковая видимость придорожной полосы. Приемы обеспечения видимости. План трассы дороги, его оформление.

Тема 4. Продольный профиль и его элементы

Проектная линия. Необходимое возвышение дороги над прилегающей местностью из условий осушения и снегозаносимости. Рабочие отметки. Грунтовый профиль. Обоснование величины максимальных продольных уклонов. Смягчение переломов продольного профиля вогнутыми и выпуклыми вертикальными кривыми.

Видимость в продольном профиле и обоснование требований к радиусам вертикальных кривых. Скорость движения транспортных средств по вертикальным кривым. Изображение продольного профиля. Принципы нанесения проектной линии в различных условиях рельефа.

Особенности проектирования продольного профиля городских улиц.

Тема 5. Принципы проложения трассы на местности

Расположение трассы по отношению к формам рельефа. Ландшафтное проектирование и пространственная плавность трассы. Учет требований охраны окружающей среды при проектировании и возведении дорог. Проложение дорог в районе населенных пунктов. Обходы городов, кольцевые дороги. Особенности трассирования дорог в равнинной и холмистой местности. Пересечение автомобильной дорогой больших и малых водотоков, железных и других дорог.

Тема 6. Дорожные одежды

Требования к дорожным одеждам. Конструктивные слои современных дорожных одежд. Классификация дорожных одежд. Конструкция наиболее распространенных типов дорожных одежд. Основные методы расчета дорожных одежд.

Особенности конструкции дорожных одежд на городских улицах.

Тема 7. Пересечения автомобильных дорог и городских улиц

Особенности условий движения в узловых пунктах улично-дорожной сети. Конфликтные точки. Методы оценки сложности и опасности транспортных узлов**.**

Типы транспортных развязок в одном уровне. Пересечения канализированного типа. Кольцевые развязки.

Пересечения и примыкания в разных уровнях. Схемы наиболее распространенных пересечений – клеверный лист, распределительное кольцо, сложные пересечения левоповоротного типа. Пересечения в разных уровнях с неполной развязкой транспортных потоков – ромб, неполный клеверный лист, принципы их индивидуального проектирования.

Тема 8. Пересечения дорог с железными дорогами и другими коммуникациями

Железнодорожные переезды. Требования к расположению пересечений автомобильных и железных дорог. Необходимая видимость на переездах. Критерии перехода от пересечения в одном уровне

к пересечениям в разных уровнях. Требования к местам пересечений дорог с подземными и воздушными коммуникациями.

Тема 9. Транспортно-эксплуатационные качества путей сообщения дорожного транспорта

Показатели транспортной работы пути сообщения. Скорости движения одиночных транспортных средств и транспортных потоков в различных дорожных условиях. Влияние элементов трассы на скорости движения и эксплуатационные показатели работы транспорта.

Интенсивность движения и пропускная способность пути сообщения. Грузонапряженность и провозная способность.

Показатели состояния дорожной одежды и земляного полотна. Влияние несущей способности, ровности и шероховатости покрытий, коэффициента сцепления на скорости движения и эксплуатационные показатели работы транспортных средств. Износ дорожных покрытий.

Показатели общего состояния пути сообщения. Показатели эффективности транспортной работы пути сообщения, их связь с другими показателями.

Тема 10. Искусственные сооружения на путях сообщения

Виды искусственных сооружений. Переходы через водотоки. Габариты мостов и путепроводов. Расчетные нагрузки. Требования безопасности движения к конструкциям мостов и путепроводов. Выбор места размещения искусственного сооружения.

Тема 11. Обследования путей сообщения

Обследования автомобильных дорог и улиц и мероприятия по повышению их транспортных качеств. Виды обследований. Определение продольных уклонов, радиусов кривых в плане и продольном профиле. Оценка видимости. Способы оценки прочности дорожных одежд. Оценка ровности и коэффициентов сцепления покрытий.

Тема 12. Оценка обеспеченности безопасности движения

Влияние дорожных условий на возникновение дорожно-транспортных происшествий. Выявление опасных мест по графику изменения скоростей движения по длине дороги («коэффициент безопасности»). Использование данных о геометрических элементах дороги («коэффициент аварийности»). Изменение степени обеспечения безопасности движения в различные сезоны года («сезонные графики коэффициентов безопасности»). Учет данных статистики дорожно-транспортных происшествий при выявлении опасных участков дорог. Определение потерь от дорожно-транспортных происшествий.

Влияние геометрических характеристик пути сообщения и характеристик состояния покрытия на уровень безопасности движения.

Способы повышения безопасности движения путем улучшения дорожных условий.

Тема 13. Пути сообщения в особых условиях

Особенности автомобильных дорог в сложных природных условиях. Водно-тепловой режим поверхностных слоев грунта и конструкции земляного полотна. Грунтовые и речные наледи и борьба с ними. Дороги на болотах. Дороги в овражистой местности.

Тема 14. Автомобильные магистрали

Особенности проектирования автомобильных магистралей. Требования, предъявляемые к автомобильным магистралям. Классификация магистралей и их поперечные профили. Особенности трассы автомобильных магистралей. Пространственная плавность дороги. Оптимальные сочетания элементов трассы в плане и продольном профиле. Клотоидное трассирование. Зрительное ориентирование водителей. Проложение автомобильных магистралей в районе крупных населенных пунктов.

Тема 15. Основные принципы транспортной планировки населенных пунктов

Принципы планировки городов. Функциональное зонирование городской территории.

Планировочные схемы улично-дорожной сети городов. Особенности проектирования городских улиц. Планировка площадей. Городские скоростные магистрали.

Тема 16. Сооружения обслуживания движения

Классификация сооружений обслуживания. Размещение и планировка площадок кратковременного отдыха водителей и стоянок. Видовые площадки. Стоянки транспортных средств. Остановочные пункты маршрутного транспорта. Сооружения технического обслуживания транспортных средств. Пункты общественного питания. Придорожные гостиницы. Мотели, кемпинги, зоны длительного отдыха и комплексы обслуживания водителей. Общие рекомендации по проектированию и размещению сооружений обслуживания.

Тема 17. Обеспечение необходимых характеристик пути сообщения в процессе его эксплуатации

Воздействие на пути сообщения движения транспортных средств и природных факторов.

Служба содержания дорог. Деформации дорожных одежд и способы их устранения. Пучины на дорогах и способы борьбы с ними. Ограничения движения по дорогам в весенний период. Заносимость дорог снегом. Снегозащитные ограждения и посадки, снегоочистка. Борьба с гололедом.

Ремонтные работы и организация движения на ремонтируемых участках дорог. Роль владельцев транспортных средств в сохранении и поддержании работоспособности путей сообщения. Правила пользования путями сообщения.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Ознакомление на местности с элементами путей сообщения.
2. Изучение регистрирующей аппаратуры автомобиля-лаборатории.
3. Определение ровности дорожного покрытия с применением акселерографа.
4. Определение ровности дорожного покрытия с применением толчкомера.
5. Определение ровности дорожного покрытия с использованием трехметровой рейки.
6. Определение коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора.
7. Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно».
8. Измерение коэффициента сцепления по длине тормозного пути.

Примерное содержание курсовой работы

Тема курсовой работы: «Оценка условий движения по участку существующей дороги».

Содержание:

– построение плана трассы и определение его характеристик;

– построение проектного продольного профиля;

– оценка характеристик поперечного профиля на соответствие нормативам;

– оценка уровня загрузки дороги при движении транспортного потока заданной интенсивности;

– сравнительная оценка сопротивления качению и величины сцепления колеса автомобиля с покрытием дорожной одежды;

– выявление опасных участков методом коэффициентов аварийности;

– оценка необходимости усиления дорожной одежды по критерию допустимого упругого прогиба;

– разработка мероприятий по улучшению условий движения по дороге.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Дорожный (автодорожный) транспорт, его составляющие и особенности.
2. Функции автомобильной дороги и городской улицы.
3. Классификация путей сообщения дорожного транспорта Республики Беларусь по принадлежности.
4. Классификация автомобильных дорог общего пользования по значению.
5. Техническая классификация автомобильных дорог.
6. Уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.
7. Классификация улиц и проездов населенных пунктов.
8. Уровни требований к эксплуатационному состоянию улиц и проездов населенных пунктов.
9. Основные нормативные документы, регламентирующие требования к путям сообщения дорожного транспорта.
10. Сеть международных автомобильных дорог «Е» в Республике Беларусь.
11. Земляное полотно и его элементы.
12. Поперечные профили дорог.
13. Поперечные уклоны дорог.
14. Поперечный профиль улиц, его основные элементы и особенности.
15. План трассы дороги, основные элементы и показатели.
16. Переходные кривые, виражи и уширения проезжей части дорог на кривых в плане.
17. Углы поворота трассы дороги и их влияние на условия движения транспортных средств.
18. Видимость в направлении движения на автомобильных дорогах.
19. Боковая видимость на автомобильных дорогах и улицах.
20. Продольный профиль дорог, его основные показатели и характерные участки.
21. Способы проектирования продольного профиля дорог.

22. Черные, красные и рабочие отметки дорог.
23. Дорожная одежда.
24. Классификация дорожных одежд.
25. Типы дорожных одежд и область их применения.
26. Виды покрытий дорожных одежд капитального и облегченного типов.
27. Виды покрытий дорожных одежд переходного и низшего типов.
28. Расчет нежестких дорожных одежд.
29. Пересечения дорог в одном уровне.
30. Канализированные пересечения дорог в одном уровне.
31. Кольцевые пересечения дорог в одном уровне.
32. Пересечения дорог в разных уровнях полного типа.
33. Пересечения дорог в разных уровнях неполного типа.
34. Конфликтные точки на дорогах, способы уменьшения их количества и опасности.
35. Метод оценки сложности участка дороги по количеству конфликтных точек различных видов.
36. Пересечения железных дорог с автомобильными дорогами и улицами.
37. Пересечения автомобильных дорог и улиц с инженерными коммуникациями.
38. Переходно-скоростные полосы.
39. Показатели, характеризующие транспортную работу автомобильной дороги.
40. Показатели качества дорожной одежды и земляного полотна.
41. Показатели общего состояния дороги.
42. Показатели эффективности транспортной работы дороги.
43. Важнейшие транспортно-эксплуатационные характеристики путей сообщения дорожного транспорта.
44. Коэффициент сцепления шины с покрытием дороги и его влияние на движение транспортных средств.
45. Факторы, влияющие на коэффициент сцепления шины с покрытием дорог.
46. Способы определения коэффициента сцепления шины с покрытием дорог.
47. Способы определения ровности дорожного покрытия.

48. Интенсивность и состав транспортного потока как характеристика дорожных условий.

49. Скорость движения как характеристика дорог, ее разновидности.

50. Пропускная способность полосы (дороги).

51. Уровень загрузки и уровень обслуживания на дорогах.

52. Искусственные сооружения для пересечения водотоков дорогами.

53. Искусственные сооружения в узловых пунктах путей сообщения дорожного транспорта.

54. Искусственные сооружения для пересечения элементов рельефа путями сообщения дорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Сильянов, В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учеб. для студентов высших учебных заведений / В. В. Сильянов, Э. Р. Домке. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

2. Автомобильные дороги. Нормы проектирования : ТКП 45.3.03-19–2006 (02250).

3. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки : ТКП 45-3.01-116–2008 (02250).

4. Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования : ТКП 45.3.03-227–2010 (02250).

Дополнительная литература

1. О проезде тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования : Указ Президента Республики Беларусь от 26 ноября 2010 г. № 613.

2. Бабков, В. Ф. Проектирование автомобильных дорог : учеб. для вузов / В. Ф. Бабков, О. В. Андреев. – М. : Транспорт, 1987. – Ч. 1 – 368 с.; Ч. 2 – 415 с.

3. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения : учеб. для вузов / В. Ф. Бабков. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

4. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов : учеб. для вузов / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.

5. Фишельсон, М. С. Городские пути сообщения / М. С. Фишельсон. – М. : Высшая школа, 1980. – 296 с.

6. Дороги автомобильные. Методы испытаний : СТБ 1566–2005.

7. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения : СТБ 1291–2007.

8. Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики : ТКП 140–2008 (02191).

9. Автомобильные дороги. Правила пропуска тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств : ТКП 317–2011 (02191).

10. Автомобильные дороги. Правила устройства : ТКП 059–2012 (02191).

11. Автомобильные дороги. Правила содержания : ТКП 366–2012 (02191).

12. Безопасность автомобильных дорог : ТР ТС 014/2011.

13. Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения : ТКП 337–2011 (02191).

14. Европейское соглашение о международных автомагистралях (AGR / CMA) от 15 ноября 1975 года (документ TRANS/SC.1/2002/3).

15. Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь / Государственный комитет стандартизации Республики Беларусь. – Минск : 2014. – Режим доступа : http://www.tnpa.by. – Дата доступа : 25.03.2014.

16. Информационный центр дорожного хозяйства / РУП «Белдорцентр». – Минск, 2014. – Режим доступа : http://i.centr.by. – Дата доступа : 25.03.2014.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Учебно-методическая карта (дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1	Введение	2			О: [1], Д: [15]	
Тема 2	Элементы путей сообщения и требования к ним	4			О: [1], Д: [6–15]	
ЛЗ № 1	Ознакомление на местности с элементами путей сообщения		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [6–15]	Опрос*
Тема 3	План трассы и его элементы	4			О: [1]	
Тема 4	Продольный профиль и его элементы	4			О: [1], Д: [2–4]	
Тема 5	Принципы проложения трассы на местности	2			О: [1]	
Тема 6	Дорожные одежды	4			О: [1]	
Тема 7	Пересечения автомобильных дорог и городских улиц	4			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 8	Пересечения дорог с железными дорогами и другими коммуникациями	4			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 9	Транспортно-эксплуатационные показатели путей сообщения дорожного транспорта	6			О: [1]	
Тема 10	Искусственные сооружения на путях сообщения	2			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 11	Обследования путей сообщения	2			О: [1–3], Д: [13]	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
ЛЗ № 2	Изучение регистрирующей аппаратуры автомобиля-лаборатории		2	Информационные материалы	О: [1]	Опрос*
ЛЗ № 3	Определение ровности дорожного покрытия с применением акселерографа		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 4	Определение ровности дорожного покрытия с применением толчкомера		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 5	Определение ровности дорожного покрытия с использованием трехметровой рейки		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 6	Определение коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 7	Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 8	Измерение коэффициента сцепления по длине тормозного пути		2	Информационные материалы	О: [1]	Опрос*
Тема 12	Оценка обеспеченности безопасности движения	2			Д: [6, 14, 15]	
Тема 13	Пути сообщения в особых условиях	2			О: [1]	
Тема 14	Автомобильные магистрали	2			Д: [2, 15]	
Тема 15	Основные принципы транспортной планировки населенных пунктов	4			Д: [5]	
Тема 16	Сооружения обслуживания движения	2			Д: [11, 12, 15]	
Тема 17	Обеспечение необходимых характеристик пути сообщения в процессе его эксплуатации	2			Д: [14]	
	ВСЕГО	52	16			

* Контрольный устный или письменный опрос.

Учебно-методическая карта (заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1	Введение	0,25			О: [1], Д: [15]	
Тема 2	Элементы путей сообщения и требования к ним	0,5			О: [1], Д: [6–15]	
Тема 3	План трассы и его элементы	0,5			О: [1]	
Тема 4	Продольный профиль и его элементы	0,5			О: [1], Д: [2–4]	
Тема 5	Принципы проложения трассы на местности	0,25			О: [1]	
Тема 6	Дорожные одежды	0,25			О: [1]	
Тема 7	Пересечения автомобильных дорог и городских улиц	0,25			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 8	Пересечения дорог с железными дорогами и другими коммуникациями	0,25			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 9	Транспортно-эксплуатационные показатели путей сообщения дорожного транспорта	1,00			О: [1]	
Тема 10	Искусственные сооружения на путях сообщения	0,25			О: [1–3], Д: [2–6]	
Тема 11	Обследования путей сообщения	0,25			О: [1], Д: [13]	
ЛЗ № 3	Определение ровности дорожного покрытия с применением акселерографа		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 4	Определение ровности дорожного покрытия с применением толчкомера		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*
ЛЗ № 6	Определение коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора		2	Информационные материалы	О: [1], Д: [13]	Опрос*

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Тема 12	Оценка обеспеченности безопасности движения	0,25			Д: [6, 14, 15]	
Тема 13	Пути сообщения в особых условиях	0,25			О: [1]	
Тема 14	Автомобильные магистрали	0,25			Д: [2, 15]	
Тема 15	Основные принципы транспортной планировки населенных пунктов	0,5			Д: [5]	
Тема 16	Сооружения обслуживания движения	0,25			Д: [11, 12, 15]	
Тема 17	Обеспечение необходимых характеристик пути сообщения в процессе его эксплуатации	0,25			Д: [14]	
	ВСЕГО	6	6			

* Контрольный устный или письменный опрос.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1

ОЗНАКОМЛЕНИЕ НА МЕСТНОСТИ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Цель работы: изучить основные требования к устройству элементов улично-дорожной сети.

Исходные данные:
участок улицы _____ протяженностью до 1,5 км.

Требуется:
а) установить геометрические размеры элементов городской улицы, в том числе: проезжей части, обочин (при их наличии), тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, центральной разделительной полосы, разделительной зоны, боковых разделительных полос (газонов, зон зеленых насаждений) и др.;
б) определить категорию городской улицы на основании данных о ее значении в дорожной сети населенного пункта;
в) вычертить планировочную схему заданного участка городской улицы (поперечный масштаб – 1 : 1000, продольный – 1 : 5000), на которой показать все элементы улицы с указанием их геометрических параметров;
г) вычертить для одного из мест заданного участка поперечный профиль городской улицы в масштабе 1 : 100;
д) оценить соответствие параметров заданного участка городской улицы нормативным требованиям;
е) оформить отчет по лабораторной работе по рекомендуемой форме.

Теоретические основы выполнения работы

В составе сети улиц населенных пунктов следует выделять:
– *магистральные улицы,* обеспечивающие выходы на сеть автомобильных дорог общего пользования, основные внутригородские

транспортные связи, пропуск маршрутных пассажирских транспортных средств;

– *улицы местного значения,* обеспечивающие внутрирайонные пешеходные и транспортные связи, выход на магистральные улицы;

– *проезды,* обеспечивающие обслуживание прилегающей к ним застройки.

Улицы населенных пунктов могут проектироваться как с применением городского поперечного профиля, так и, при определенных условиях (незастроенные территории, зеленые насаждения и т. д.), с применением поперечного профиля автомобильных дорог общего пользования.

Классификация улиц населенных пунктов принимается в соответствии с таблицей 1.1. Формирование сети улиц, отнесение каждой из них к соответствующей категории и определение расчетных нагрузок выполняются в генеральном плане населенного пункта, комплексных схемах развития транспорта города и принимаются за основу для всех последующих стадий проектирования.

Улицы, являющиеся продолжением автомобильных дорог общего пользования, в пределах перспективных границ населенных пунктов должны проектироваться в соответствии с требованиями ТКП 45-3.03-19. Категория улицы определяется категорией автомобильной дороги, продолжением которой эта улица является (таблица 1.2).

Участки автомобильных дорог категории I-а, а также других категорий с преобладающим движением транзитного и грузового транспорта следует прокладывать в изоляции от местного движения, в обход селитебных территорий, общественных центров, зон массового отдыха и водоохранных зон в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-116 и ТКП 45-3.03-19.

При реконструкции и капитальном ремонте участков автомобильных дорог, проходящих через сельские населенные пункты, допускается сохранять существующий поперечный профиль с возведением благоустроенных дорожек для организации велосипедного и пешеходного движения.

Улицы категорий Ж, З и проезды категории П не могут служить продолжением автомобильных дорог общего пользования или соединять их между собой.

Таблица 1.1 – Классификация улиц населенных пунктов (ТКП 45.3.03-227–2010)

Обозначение	Категории улиц населенных пунктов	Основная транспортная функция	Режим движения, тип пересечений	Обозначение и количество полос движения	Расчетная скорость движения, км/ч	
					в свободных условиях	в стесненных условиях
1	2	3	4	5	6	7
МАГИСТРАЛЬНЫЕ УЛИЦЫ						
М	Магистральные улицы непрерывного движения	Скоростные соединяющие	Непрерывное движение; в разных уровнях	М4, М6, М8	100	80
А	Магистральные улицы общегородского движения	Главные соединяющие в крупнейшем, крупных и больших городах	Регулируемое движение; в разных уровнях и в одном уровне	А4, А6, А8	80	60
Б	Магистральные улицы районного значения	Соединяющие и распределяющие в крупнейшем, крупных и больших городах	Регулируемое движение; в одном уровне	Б4, Б6	70	50
В	Магистральные улицы средних и малых городов	Соединяющие и распределяющие	Регулируемое движение; в одном уровне	В2, В4	70	50
Г	Главные улицы поселков и сельских населенных пунктов	Соединяющие и распределяющие	Регулируемое движение; в одном уровне	Г2, Г4	60	40

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7
УЛИЦЫ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ						
Е	Улицы производственных и коммунально-складских зон	Распределяющие	Регулируемое движение; в одном уровне	Е2	60	40
Ж	Жилые улицы городов	Распределяющие	Регулируемое движение; в одном уровне	Ж2	60	30
З	Жилые улицы второстепенные	Распределяющие и подключающие	Нерегулируемое движение; в одном уровне	З2	30	20
ПРОЕЗДЫ						
П	Основные проезды	Подключающие	Нерегулируемое движение; в одном уровне	П2	По правилам дорожного движения	
П	Второстепенные проезды	Подключающие	Нерегулируемое движение; в одном уровне	П1	По правилам дорожного движения	

Примечания:

1. Количество полос движения указано в обоих направлениях движения.

2. Свободные условия: строительство на свободных от застройки территориях, возведение новых и реконструкция существующих улиц и транспортных развязок на застроенных территориях без необходимости сноса существующей застройки.

3. Стесненные условия: возведение новых и реконструкция существующих улиц и транспортных развязок на застроенных территориях с необходимостью сноса существующей застройки, а так же на пересеченной местности (уклон территории более 40 ‰).

Таблица 1.2 – Соответствие норм проектирования улиц и дорог населенных мест и автомобильных дорог общего пользования (ТКП 45.3.03-227–2010)

Категория улиц населенных пунктов	Категория автомобильных дорог общего пользования по ТКП 45-3.03-19
М	I-а
А	I-б, I-в, II
Б, В, Г	III, IV
Е	V

При проектировании и строительстве улиц на городских территориях, которые не предусматриваются к освоению в ближайшие 10 лет, допускается применять поперечный профиль загородного типа (поперечный профиль автомобильных дорог).

Основные параметры улиц населенных пунктов принимаются в зависимости от их категории в соответствии с таблицей 1.3.

Проезжая часть улиц должна быть предназначена для пропуска транспортных средств с габаритными размерами, определенными в Правилах дорожного движения.

Расстояние видимости

Расчетные расстояния видимости при проектировании улиц населенных пунктов должны быть не менее указанных в таблице 1.4.

Наименьшее расстояние для остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя 1,2 м от поверхности проезжей части.

В пределах зоны обеспечения видимости запрещается размещать насаждения и элементы благоустройства высотой более 0,5 м.

Пропускная способность

При расчетах интенсивности движения и пропускной способности различные транспортные средства следует приводить к одному расчетному – «приведенному» – легковому автомобилю, применяя коэффициенты приведения.

Пропускную способность одной полосы движения проезжей части магистральных улиц на перегоне следует определять по расчету в зависимости от состава движения, расчетной скорости, продольного уклона и организации движения.

Таблица 1.3 – Основные параметры улиц населенных пунктов (ТКП 45.3.03-227–2010)

Нормативные показатели, элементы плана и профиля улиц		Значение показателя для категорий									
		магистральных улиц					улицы местного значения			проездов	
		М	А	Б	В	Г	Е	Ж	З	П2	П1
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расчетная скорость движения, км/ч		100/80	80/60	70/50	70/50	60/40	60/40	60/30	30/20	Не норми-руется	
Минимальное количество полос движения		4	4	4	4/2	2	2	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м		3,75	3,75/3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5/3,0	3,0	2,75	3,50
Ширина краевой предохранительной полосы, м		0,75	0,5	0,5/0,0	–	–	–	–	–	–	–
Минимальная ширина центральной разделительной полосы, м		5,0/3,0	5,0/2,0	2,0	2,0**	–	–	–	–	–	–
Ширина обочин, м***		3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
Наименьшие радиусы кривых в плане, м		600/400	400/250	250/150	250/150	250/150	150/100	120/60	60/30	30/20	25/15
Наибольший продольный уклон, ‰		40/60	60/70	70/80	70/80	70/80	80/90	80/90	80/90	80/90	80/90
Алгебраическая разность уклонов в продольном профиле, при которой и более устраиваются вертикальные кривые, ‰		2	5	10	10	15	15	15	20	20	20
Наименьшие радиусы вертикальных кривых	выпуклых	6000/4000	4000/2500	4000/1500	4000/1500	2500/1000	2500/1000	2500/600	600/600	300	300
	вогнутых	2500/2000	2000/1500	1500/1200	1500/1000	1000/600	1000/600	600/300	300	200	200

Окончание таблицы 1.3

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Расстояние между пересечениями не менее, м		1000	500	400	250	150	150	150	50	20	20
Наименьшая ширина пешеходн. части тротуаров, м	в многоэтажной застройке	3,0	4,5	3,0	3,0	2,25	2,25	2,25	1,5	1,2	1,2
	в малоэтажной застройке	2,25	2,25	2,25	2,25	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2
Ширина улиц, в красных линиях, м		70–100*	50–80	30–60	30–50	25–30	25–40	20–30	15–20	Не нормируется	

* Уточняется по условиям задания на проектирование.

** Для проезжей части шириной четыре и более полос движения в обе стороны.

*** В условиях проектирования улиц с применением поперечного профиля автомобильных дорог общего пользования.

Примечания

1. В числителе приведены нормы для условий нового строительства на свободных территориях с равнинным рельефом, в знаменателе – допустимое уменьшение показателей для условий реконструкции, капитального ремонта, на застроенных территориях (стесненные условия) и на пересеченной местности (уклон территории более 40 ‰).

2. Ширину улиц в красных линиях допускается увеличивать или уменьшать при соответствующем обосновании (условия прокладки инженерных сетей, интенсивность движения транспорта, стесненные условия, размещение застройки с одной стороны улицы и т. п.).

3. В условиях реконструкции и капитального ремонта улиц, а так же в малых городах при новом строительстве ширину проезжей части улиц категории В, допускается уменьшать до двух полос движения с учетом требований п. 11.4.6 ТКП 45-3.01-116.

4. В условиях реконструкции и капитального ремонта (модернизации) на улицах категории Б и В центральные разделительные полосы допускается не устраивать.

5. Для улиц категорий Б, В, Г, Ж и З в условиях реконструкции и капитального ремонта на территориях со сложившейся застройкой при соответствующем обосновании, допускается сохранение существующих продольных и поперечных уклонов и расстояний между перекрестками.

6. На примыкании улиц местного значения и съездов (въездов) транспортных развязок к магистральным улицам в стесненных условиях допускается перелом продольного профиля с алгебраической разностью уклонов до 20 ‰ включительно без сопряжения вертикальными кривыми.

7. Расстояние между пересечениями измеряется от осей пересекающихся улиц.

Таблица 1.4 – Расчетные расстояния видимости при проектировании улиц населенных пунктов (ТКП 45.3.03-227–2010)

Расчетная скорость, км/ч	Расчетные расстояния видимости проезжей части, м	
	Для остановки автомобиля	Встречного автомобиля
100	160	320
80	100	200
70	75	150
60	60	120
40	40	80
30	30	60

Для предварительных расчетов при проектировании сети улиц нагрузку на полосу движения допускается принимать, «приведенных единиц» в час:

– для режима непрерывного движения на перегонах – от 1500 до 1800;

– для регулируемого движения со светофорным регулированием при двухфазной схеме регулирования – от 500 до 600, трехфазной – от 350 до 400, четырехфазной – от 150 до 200.

Пропускную способность многополосной проезжей части на перегонах следует определять с учетом коэффициента, принимаемого в зависимости от числа полос движения в одном направлении:

– одна полоса – 1,0;

– две полосы – 1,9;

– три полосы – 2,7;

– четыре полосы – 3,5.

Линии и остановочные пункты маршрутных пассажирских транспортных средств

Магистральные улицы населенных пунктов следует проектировать с учетом прокладки по ним линий маршрутного пассажирского транспорта.

При суммарной частоте движения автобусов и троллейбусов 30 ед. в час и более в одном направлении в составе проезжей части улиц следует предусматривать для пропуска маршрутного пассажирского транспорта дополнительную полосу движения шириной 3,75 м.

Минимальная ширина проезжей части улиц при организации по ним постоянного двухстороннего движения маршрутного пассажирского транспорта должна приниматься не менее 9,0 м, на улицах с односторонним движением – не менее 7,0 м.

Ширину проезжей части в поселках, малых и средних городах, а также на улицах категорий Е и Ж городов всех типов при двухстороннем движения автобусов с частотой менее 10 ед./ч в одном направлении допускается принимать не менее 7,0 м.

В сельских населенных пунктах допускается организация движения маршрутных транспортных средств (автобусы) на улицах с поперечным профилем загородного типа с минимальной шириной проезжей части – 6,0 м и земляного полотна – 8,0 м с устройством обособленных пешеходных дорожек шириной не менее 1,5 м – для пешеходного движения и не менее 2,5 м – для смешанного движения пешеходов и велосипедистов. В исключительных случаях допускается размещение пешеходных и велосипедных дорожек на укрепленной обочине с увеличением ширины земляного полотна до 9,5 м.

При размещении остановочных пунктов маршрутных транспортных средств должно учитываться размещение жилой застройки, школ, объектов торговли, спорта и других мест тяготения населения, а также увязываться с местами размещения пешеходных переходов.

Расстояния между остановочными пунктами маршрутных транспортных средств должны быть, м:

– 350–600 включительно для автобусов и троллейбусов;

– 350–600 включительно для трамваев;

– 800–1200 включительно для скоростных автобусов и трамваев.

Остановочные пункты автобусов и троллейбусов должны размещаться, как правило, за перекрестками или пешеходными переходами, расположенными на перегонах улиц. Расстояние от ближайшей границы наземного пешеходного перехода или входа в подземные пешеходные переходы до ближайшего края посадочной площадки остановочного пункта должно быть не менее 5,0 м.

Длина остановочной площадки принимается в зависимости от одновременно стоящих транспортных средств из расчета 20 м на один автобус или троллейбус, но не более 60 м.

Продольный уклон в пределах остановочного пункта должен быть не более 40 ‰, радиус кривой в плане – не менее 100 м. При этом

размещение остановочных пунктов на кривых в плане радиусом менее 200 м с внутренней стороны кривой не допускается.

Размещение остановочных пунктов автобусов и троллейбусов перед перекрестками допускается как исключение. В этом случае расстояние от ближайшего края посадочной площадки до стоп-линии должно приниматься не менее 40 м с устройством дополнительной полосы для размещения остановочного пункта. Ширина дополнительной полосы принимается не менее 3,0 м, отгон уширения не менее 20 м.

Остановочные площадки маршрутных пассажирских транспортных средств на улицах с регулируемым режимом движения следует устраивать в уширениях проезжей части в виде «открытых карманов». Глубину «карманов» следует принимать не менее 3,0 м, длину отгонов уширения – от 20 до 30 м. В стесненных условиях глубину «карманов» допускается уменьшать до 2,5 м и длину отгонов уширения до 10–20 м.

Пешеходные переходы

Пешеходные переходы в одном уровне на магистральных улицах категорий А, Б и В с регулируемым режимом движения при количестве полос движения четыре и более в обоих направлениях должны оборудоваться конструктивно выделенными островками безопасности с обязательным устройством светофорной сигнализации. Конструктивно выделенные островки безопасности в стесненных условиях при реконструкции и капитальном ремонте улиц должны сооружаться за счет уменьшения ширины боковых разделительных полос. Допускается, в случае отсутствия боковых разделительных полос или их недостаточной ширины, островки безопасности сооружать за счет уменьшения ширины полос движения до 3,25 м.

В исключительных случаях (стесненные условия, улицы, предназначенные для спецмероприятий, со спецмаршрутами и др.) допускается устройство островков безопасности с минимальной шириной 1,2 м и обозначением их дорожной разметкой.

На пешеходных переходах при числе полос движения в обоих направлениях менее четырех островки безопасности не выделяются.

Наземные пешеходные переходы и подходы к ним с тротуаров должны проектироваться под углом не менее 85° к оси проезжей части улицы.

Наземные пешеходные переходы на перекрестках, как правило, должны размещаться таким образом, чтобы внешняя (по отношению к центру перекрестка) граница перехода совпадала с границей перекрестка.

На существующих улицах при выборе мест размещения новых пешеходных переходов (при реконструкции и капитальном ремонте) должны обеспечиваться требования видимости поверхности проезжей части и боковой видимости.

Нерегулируемые пешеходные переходы не должны размещаться на участках улиц с продольным уклоном более 40 ‰.

В местах пересечения пешеходных путей с проезжей частью улиц высота бортовых камней проезжей части должна быть не более 0,025–0,040 м, при этом не допускается сужение ширины проезжей части. Уклон тротуара при спуске к проезжей части должен быть не более 100 ‰. Бортовые ограждения (бортовые камни, поребрики) не должны иметь скошенную верхнюю грань.

На магистральных улицах категорий М пешеходные переходы устраиваются только в разных уровнях. На улицах категории А и Б пешеходные переходы в разных уровнях следует предусматривать при потоке пешеходов через проезжую часть более 3000 человек в час, либо при интенсивности нерегулируемого правоповоротного движения более 300 автомобилей в час.

При соответствующем обосновании (увеличение пропускной способности улиц и пересечений, снижение аварийности, снижение вредных выбросов от автотранспорта и т. д.) допускается устройство пешеходных переходов в разных уровнях при меньших значениях интенсивности движения транспорта и пешеходов.

Расстояния между пешеходными переходами в разных уровнях следует принимать не менее 400 м.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ АВТОМОБИЛЯ-ЛАБОРАТОРИИ

Цель работы: ознакомиться с регистрирующей аппаратурой, использующейся при выполнении диагностики автомобильных дорог

Исходные данные:

а) средства определения упругого прогиба статическим методом;

б) средства определения упругого прогиба динамическим методом;

в) трехметровая рейка, двухопорная рейка ПКР-1 и прибор РК-1;

г) толчкомер ТХК-2;

д) электронный толчкомер с дистанционным управлением ТЭД-2М;

е) прибор для записи микропрофиля конструкции МАДИ;

ж) прибор РИКАД-2 для определения параметров микропрофиля автомобильной дороги;

з) динамометрическая установка ПКРС-2;

и) маятниковый прибор МП-3;

к) портативный прибор ППК-2 разработки МАДИ-ВНИИБД;

л) прибор игольчатый типа ПКШ-4;

м) лазерный профилограф.

Требуется:

а) изучить назначение заданного устройства (прибора) для определения параметров дорожного покрытия;

б) вычертить принципиальную схему устройства заданного регистрирующего прибора дорожного покрытия;

в) описать принцип работы заданного регистрирующего прибора дорожного покрытия.

Теоретические основы выполнения работы

Принципиальная схема ходового автомобиля-лаборатории

Наиболее опасными являются участки дороги с резким изменением режима движения транспортных средств. Поэтому режим движения на обследуемой дороге оценивается в два этапа: сначала на всем протяжении дороги, затем детально на неблагоприятных уча-

стках, выявленных на первом этапе. Первому этапу оценки режима движения транспортных средств предшествует детальное изучение исходных данных, в первую очередь элементов трассы и данных о дорожно-транспортных происшествиях. На первом этапе изучается режим движения транспортных средств с помощью ходовой лаборатории (рисунок 2.1), позволяющей фиксировать скорость, время и путь движения, используемую передачу, продолжительность и интенсивность торможения. Ходовая лаборатория оборудуется прибором для измерения расхода топлива, режимомерами, фиксирующими время, затрачиваемое на преодоление автомобилем каждого километра дороги, продолжительность пользования каждой передачи, число ее включений, число торможений и продолжительность использования тормозов. Показания соответствующих датчиков фиксируются электроимпульсными счетчиками, осциллографами (рисунок 2.2) или многоперьевыми самописцами.

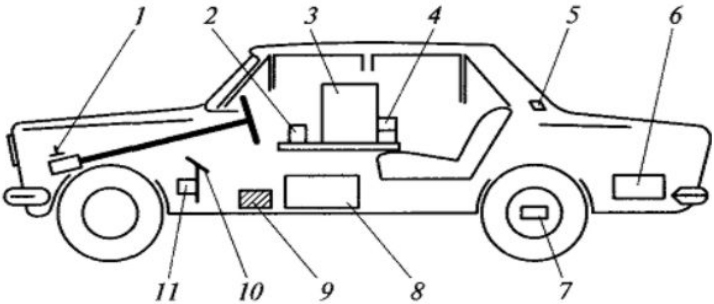

Рисунок 2.1 – Ходовая лаборатория для оценки режима движения автомобилей: *1* – датчик расхода топлива; *2* – усилитель; *3* – осциллограф; *4* – блок счетчиков; *5* – толчкомер; *6*, *9* – аккумуляторы; *7* – датчик пройденного пути; *8* – акселерограф для регистрации продольного, поперечного и вертикального ускорений; *10* – датчик включения тормозной системы; *11* – датчик для фиксации включений передачи

Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги (ТЭС АД) – комплекс фактических значений параметров и характеристик дороги на момент обследования и оценки.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния – определение степени соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их параметров и характеристик.

Диагностика автомобильных дорог является основой системы управления состоянием автомобильных дорог, в том числе планирования, распределения и использования средств, направляемых на содержание и ремонт дорог, оптимизацию программ дорожных работ.

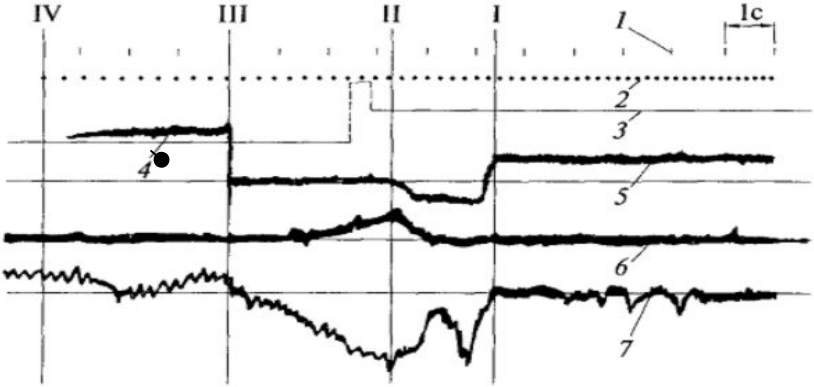

Рисунок 2.2 – Пример записи режимов движения автомобиля, полученный с помощью ходовой лаборатории:
1 – время; *2* – путь; *3* – включение прямой передачи; *4* – включение пониженной передачи; *5* – вертикальное ускорение; *6* – поперечное ускорение; *7* – продольное ускорение автомобиля; I–III – режимы движения; IV – линия привязки записи на осциллограмме к указателю километров

По результатам обработки осциллограмм осуществляется определение мгновенных скоростей движения, продольных и поперечных ускорений, времени и пути движения, расхода топлива и других параметров.

Организация работ по диагностике дорог

Диагностика автомобильных дорог (далее – диагностика) – обследование, сбор, анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях работы автомобильных дорог, необходимых для оценки транспортно-эксплуатационного состояния, определения потребности в ремонтных мероприятиях и прогноза изменения состояния дорог.

Цель диагностики автомобильных дорог состоит в получении полной, объективной и достоверной оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог и об условиях их работы.

В современных условиях непрерывного роста количества транспортных средств, увеличения их масс и скоростей движения эффективность работы автомобильного транспорта зависит от уровня ТЭС АД.

В целях максимальной реализации возможностей автомобильного парка необходимо обеспечивать ускоренное развитие благоустроенной дорожной сети и вести постоянную работу по улучшению состояния эксплуатируемых дорог, т. е. своевременно и в необходимом объеме проводить ремонтно-восстановительные работы. Планирование ремонтно-восстановительных работ требует объективных и достоверных данных о ТЭС АД и условиях движения на дороге.

Во всех развитых странах функционируют системы систематизированного обследования транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. К примеру, в Литве разработана система «Давасема», Дании – системы «Белман» и «Вейсман», Канаде – «Дейтон», Польше – «Сосн», в России – «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог».

В Республике Беларусь разработана и действует система управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог «Ремонт». Данная система применяется для оценки ТЭС АД сети республиканских автомобильных дорог и позволяет систематизировать процесс управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог. Ежегодно в Республике Беларусь обследуются республиканские автомобильные дороги протяженностью, приведенной к двум полосам, по параметрам:

– прочности – 2500 км;
– ровности – 16200 км;
– коэффициенту сцепления – 8000 км;
– дефектности дорожных покрытий – 10000 км;
– учет интенсивности и состава транспортного потока – 3000 км.

Вся информация заносится в базу данных. Для этого формируется структура базы данных по всем необходимым параметрам: интенсивность и состав транспортного потока, категория дороги, геометрические параметры, модуль упругости конструкции дорожной одежды, ровность покрытия, коэффициент сцепления по покрытию, дефектность покрытия, выполненные ремонты. В базе данных содержится также информация о дорожно-эксплуатационных организациях, обслуживающих участки дорог.

Результаты диагностики ежегодно направляются в дорожно-эксплуатационные организации для учета при планировании ремонтных работ. В материалах диагностики даются рекомендации с привязкой конкретных участков, требующих проведения ремонтов, в том числе первоочередных.

Для сбора информации о ТЭС АД необходимо оборудование от простейших средств измерений до сложных измерительных комплексов.

Для определения прочности конструкции дорожных одежд применяются различные измерительные установки, как российского производства, так и дальнего зарубежья. К ним относятся дефлектометры, дефлектографы, прогибомеры, высокоскоростные установки с лазерными датчиками и т. д.

Для измерения ровности дорожных покрытий применяются измерительные установки «Профилограф», ПКРС-2, различного типа толчкомеры, рейки.

Для измерения коэффициента сцепления применяют ПКРС-2 и портативный прибор ППК-2.

Для измерения шероховатости применяется прибор «песчаное пятно» и лазерные профилографы.

Для учета интенсивности и состава транспортного потока применяются различные методы и средства. Среди них можно выделить: ручной учет интенсивности, переносные счетчики и измерительные станции.

Анализ дефектов дорожного покрытия может осуществляться визуально с записью видов дефектов и их объемов в журнал или бортовой компьютер. Для качественного применения технических средств, используемых при обследовании необходимо иметь подготовленный инженерно-технический персонал. Анализ, обработку результатов обследования и оценку ТЭС АД должны выполнять также квалифицированные специалисты, имеющие опыт работы в дорожной отрасли (проектирование и эксплуатация дорог).

Для функционирования системы управления состоянием автомобильных дорог необходимо также наличие программно-технических средств и технических нормативных правовых актов.

Этапы работ при диагностике автомобильных дорог

Диагностика автомобильных дорог включает следующие этапы:

– подготовительные работы;

– проведение инструментального и визуального обследований автомобильных дорог;

– обработка результатов обследования, их анализ и занесение в базу данных;

– учет интенсивности и состава транспортных потоков.

Подготовительные работы включают:

– формирование плана и объемов работ по обследованию дорог;

– подготовку измерительных установок, приборов и оборудования, проведение их аттестации (поверок, калибровок), изготовление рабочих журналов, сбор необходимой информации из технической документации владельцев дорог.

При проведении обследования посредством инструментальных и визуальных методов выполняют сбор данных о транспортно-эксплуатационных параметрах и характеристиках дорог.

При инструментальном методе обследования применяют дорожно-измерительные установки (комплексы) и приборы, с помощью которых выполняется сбор данных о параметрах и характеристиках автомобильных дорог.

При визуальном методе обследования сбор данных осуществляется обученными специалистами с фиксированием информации о состоянии дорог в журналах или бортовом компьютере. При данном методе применяются простейшие средства измерения и приспособления (рулетки, рейки и т. д.).

Если при визуальном методе не устанавливаются численные значения, определяющие состояние элементов дороги, результаты обследования могут быть использованы только для предварительной оценки состояния дорог с последующим проведением инструментального обследования.

Обработка результатов обследования, их анализ и занесение в базу данных предусматривает:

– расчет параметров дорог по данным обследований, характеризующих их транспортно-эксплуатационное состояние с применением специального программного обеспечения;

– анализ результатов расчетов параметров, характеризующих ТЭС АД;

– внесение параметров ТЭС АД в автоматизированный банк дорожных данных.

Определение транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и расчет потребности в ремонтно-восстановительных работах предусматривает:

– определение транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог и их соответствие нормативным требованиям;

– формирование адресных ведомостей рекомендуемых работ с определением их стоимости по укрупненным показателям;

– выбор первоочередных участков дорог, рекомендуемых к ремонтам.

Диагностика автомобильных дорог производится систематически через установленные промежутки времени на протяжении всего срока службы дорог. Результаты диагностики и оценки ТЭС АД служат надежной информационной базой для решения управленческих задач дорожной отрасли (рисунок 2.3).Периодичность проведения видов обследования при диагностике автомобильных дорог общего пользования принимается в соответствии с таблицей 2.1.

Применение системы управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог позволяет:

1) увеличивать протяженность дорог в хорошем состоянии;
2) увеличивать эффективность ремонта дорог;
3) снижать транспортные затраты;
4) определять остаточный срок эксплуатации дорожных одежд;
5) определять несущую способность дорожных одежд.

Для функционирования систем управления необходимо наличие:

1) финансирования работ по диагностике;
2) квалифицированных инженерно-технических кадров;
3) программно-технических средств;
4) технических нормативных правовых актов.

Рисунок 2.3 – Схема функционирования системы обследования автомобильных дорог

Таблица 2.1 – Периодичность проведения видов обследования при диагностике автомобильных дорог общего пользования

№ п/п	Наименование обследуемых параметров	Республиканские дороги (**М**), основные и дополнительные маршруты движения грузового транспорта	Республиканские дороги (**Р**)	Местные дороги
1	2	3	4	5
1	Прочность усовершенствованных нежестких дорожных одежд	Один раз в пять лет	Один раз в семь лет	При необходимости после проведения капитального ремонта (возведения, реконструкции)
2	Продольная ровность усовершенствованных дорожных покрытий	Ежегодно на эксплуатируемых дорогах, а также на участках дорог после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции)	Ежегодно на эксплуатируемых дорогах, а также на участках дорог после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции)	На участках дорог после капитального ремонта (возведения, реконструкции)
3	Коэффициент сцепления усовершенствованных дорожных покрытий	Ежегодно на эксплуатируемых дорогах, а также на участках дорог после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции)	Один раз в два года на эксплуатируемых дорогах, а также на участках дорог после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции)	На участках дорог после капитального ремонта (возведения, реконструкции)

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
4	Шероховатость усовершенствованных до-рожных покрытий	Участки дорожных покрытий при приемке в эксплуатацию после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции)		Участки дорожных покрытий при приемке в эксплуатацию после выполненного капитального ремонта (возведения, реконструкции) с интенсивностью движения более 1000 авт./сут
5	Сбор данных о технических характеристиках дороги	Один раз после капитального ремонта (возведения, реконструкции)		
7	Учет интенсивности движения и состава дорожного движения	Для дорог I–IV категории один раз в пять лет, для дорог V–VI категорий для обоснования реконструкции		
8	Дефектность покрытия	Ежегодно	Один раз в два года	При разработке проектов капитального ремонта (реконструкции)
9	Колейность покрытия	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно
10	Формирование и обновление банка данных по техническим параметрам дорог	Ежегодно	Ежегодно	Ежегодно

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
11	Формирование и обновление банка данных по эксплуатационным параметрам дорог	Ежегодно	Ежегодно	–
11	Оценка транспортно-эксплуатационного состояния	Ежегодно	Ежегодно	При разработке проектов капитального ремонта (реконструкции)

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКСЕЛЕРОГРАФА

Цель работы: ознакомиться с методикой оценки степени ровности дорожного покрытия с помощью акселерографа и приобрести практические навыки по ее реализации.

Исходные данные:

а) показатели акселерографа на эталонном участке автомобильной дороги (таблица 3.1);

Таблица 3.1 – Показатели акселерографа на эталонном участке автомобильной дороги

Наименование параметров	Значения параметров					
Скорость движения автомобиля, км/ч	15	20	30	40	50	60
Максимальная амплитуда показаний акселерографа, мм	0,5	1,4	2,6	3,8	4,9	5,5

б) результаты обследования дорожных условий с помощью акселерографа (таблица 3.2, исходные данные для каждого студента указываются преподавателем).

Таблица 3.2 – Результаты обследования дорожных условий с помощью акселерографа

№ п/п	Количество оборотов колеса автомобиля $n_{об}$	Время прохождения отрезка автомобильной дороги, с	Максимальная амплитуда показаний акселерографа, мм
1	2	3	4
1	15	2,5	9,0
2	21	2,8	7,5
3	27	4,0	5,0
4	34	6,0	9,0
5	43	6,5	7,0
6	49	7,1	4,0
7	56	7,5	6,8
8	60	7,6	7,3
9	63	8,4	8,1
10	68	10,9	6,9
11	72	12,6	8,7
12	77	15,3	5,5
13	89	16,8	6,3
14	95	19,7	9,1
15	113	20,4	8,4
16	127	18,8	7,6
17	131	20,7	7,3
18	145	21,9	6,6
19	158	25,6	5,9
20	166	29,5	5,4
21	131	20,7	9,0
22	145	21,9	7,0
23	89	16,8	4,0
24	95	19,7	6,9
25	63	8,4	8,7
26	68	10,9	5,5
27	43	6,5	8,4
28	49	7,1	7,6
29	15	2,5	7,3
30	21	2,8	8,7

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4
31	166	29,5	5,5
32	145	21,9	6,3
33	95	19,7	4,0
34	72	12,6	6,8
35	34	6,0	7,3
36	68	10,9	8,1
37	77	15,3	6,9
38	127	18,8	8,7
39	131	20,7	6,6
40	158	25,6	5,9
41	27	4,0	5,4
42	34	6,0	6,3
43	56	7,5	9,1
44	60	7,6	8,4
45	72	12,6	6,8
46	77	15,3	7,3
47	113	20,4	8,1
48	127	18,8	9,0
49	158	25,6	7,5
50	166	29,5	5,0

Требуется:

а) построить тарировочный график акселерографа на эталонном участке автомобильной дороги;

б) выполнить расчет пройденного расстояния и скорости движения автомобиля;

в) определить коэффициенты ровности дорожного покрытия и дать оценку его состоянию;

г) построить линейный график ровности дорожного покрытия;

д) построить кумулятивную кривую ровности;

ж) сделать выводы и предложения.

Теоретические основы выполнения работы

Назначение и принцип действия акселерометра

Акселерометр (Accelerometer, Acceleration Sensor) – устройство, способное измерять ускорение объекта (предмета).

Акселерометры используют для оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог (рисунок 3.1). С этой целью осуществляют непрерывное измерение на автомобиле-лаборатории вертикального ускорения с помощью акселерометра.

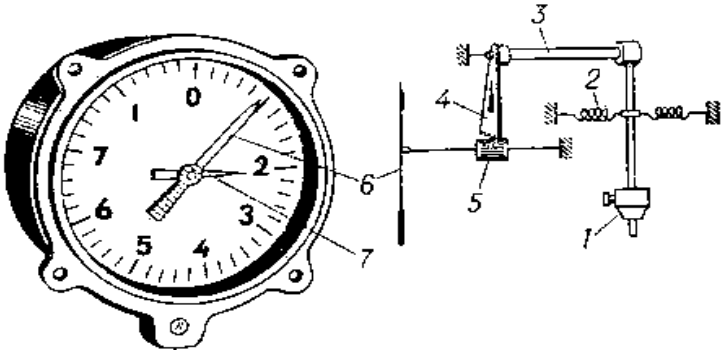

Рисунок 3.1 – Общий вид и схема механического акселерометра:
1 – грузик маятника, отклоняющийся под действием ускорения; *2*– пружина; *3* – ось; *4* – зубчатый сектор; *5* – зубчатое колесо; *6* – стрелка; *7* – стрелка, фиксирующая максимальное значение ускорения

Порядок проведения оценки ровности дорожного покрытия с помощью акселерографа

Оценка состояния покрытия по ровности должна осуществляться показателем, характеризующим плавность (удобство пассажиров) и безопасность движения автомобиля с расчетными скоростями. Ни размер, ни форма, ни количество неровностей, ни характер их расположения не могут так полно характеризовать ровность покрытия, как результат воздействия этих неровностей на движущийся автомобиль. Поэтому колебание (поведение) самого автомобиля на дорожных неровностях является весьма эффективной оценкой ровности покрытия. Колебания могут оцениваться амплитудой, скоростью колебаний, ускорениями и второй производной от скорости. Основным показателем, характеризующим воздействие неровностей дорожного покрытия на колебания автомобиля, является ускорение колебаний.

Тарировка акселерографа заключается в определении величины отклонения луча осциллографа или пера самописца при различных

величинах ускорений. Тарировка акселерографа на эталонном участке заключается в проездах ходовой лаборатории по участку с абсолютно ровной поверхностью, на котором просветы между поверхностью покрытия и трехметровой рейкой равны нулю. Длина участка должна быть около 1 км. Заезды ходовой лаборатории проводятся с различными скоростями: 20, 30, 40, 50, 60 км/ч.

Измерения состоят из проезда ходовой лаборатории с установленным на ней акселерографом при определенной и равномерной скорости движения по обследуемому участку дороги. По каждой из полос движения делают не менее двух заездов. Скорость движения при испытаниях должна быть 60 км/ч, за исключением сложных и опасных для движения участков или участков с ограниченной скоростью. В подобных случаях скорость движения ходовой лаборатории снижается до требуемой величины. Место каждого измерения скорости фиксируется на ленте осциллографа.

Качество состояния покрытия оценивается по коэффициенту ровности *K*, представляющим собой отношение максимальной амплитуды показаний акселерографа на обследуемом участке к ее значению на эталонном участке.

При этом пользуются шкалой, представленной в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Шкала для оценки ровности дорожного покрытия

Состояние покрытия	Коэффициент ровности *K*
Отличное	≤ 1,0
Хорошее	< 1,5
Удовлетворительное	1,5–2,0
Неудовлетворительное	> 2,0

Линейный график ровности дорожного покрытия строится в координатах: протяженность дороги – коэффициент ровности. С его помощью определяется доля (процент) дорог, имеющих различное состояние покрытия. На основании полученных данных строится кумулятивная кривая ровности (эмпирическая функция распределения коэффициентов ровности дорожного покрытия).

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОЛЧКОМЕРА

Цель работы: ознакомиться с методикой оценки степени ровности дорожного покрытия с помощью толчкомера и приобрести практические навыки по ее реализации

Исходные данные:

а) уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог и улиц: 1, 2, 3, 4, 5;

б) записи информации по каждому 100-метровому участку дороги представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Значения продольной ровности дорожного покрытия

Километры	Участок дороги, км		Значение продольной ровности, см	Скорость измерительной установки, км/ч
	начало	конец		
1	500	600	10,9	50,1
2	100	200	15,3	51,2
3	300	400	18,5	50,9
4	400	500	13,4	51,3
5	600	700	21,2	49,8
6	200	300	11,7	48,7
7	700	800	12,9	49,5
8	800	900	22,1	50,0
9	900	1000	14,5	52,4
10	100	200	13,8	51,1
11	300	400	16,3	50,7
12	400	500	17,1	53,2
13	500	600	19,6	49,1
14	200	300	20,7	47,6
15	700	800	13,9	48,4
16	600	700	21,8	53,8
17	800	900	11,2	46,3
18	900	1000	12,0	52,1
19	300	400	22,6	47,8
20	400	500	14,7	54,3

Примечание. Каждый студент умножает значение продольной ровности автомобильной дороги на коэффициент, равный 1,N, где N – дробная часть коэффициента, которая равна последним двум цифрам номера зачетной книжки. Полученное значение округляется до десятых долей числа с одним знаком после запятой.

Требуется:

а) рассчитать значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-метровом участке, приведенное к значению продольной ровности на 1 км дороги с точностью до 1 см/км;

б) построить линейный график ровности дорожного покрытия (толчкограмму);

в) выполнить оценку ровности дорожного покрытия на соответствие установленным нормативам.

Теоретические основы выполнения работы

Назначение и принцип действия толчкомера

Ровность дорожного покрытия может быть измерена путем суммирования колебаний кузова движущегося автомобиля относительно его заднего моста. Метод основан на воздействии неровностей дорожного покрытия на подвеску автомобиля. Приборы для оценки ровности дорожного покрытия по сумме сжатия упругого элемента подвески транспортного средства называют *толчкомерами*. Существуют различные конструкции толчкомеров: ТХК-2, ПКРС-2, ТЭД-2М, ИВП-1М и др. Толчкомер конструкции ТХК-2 (рисунок 4.1) устанавливают в кузове автомобиля над его задним мостом.

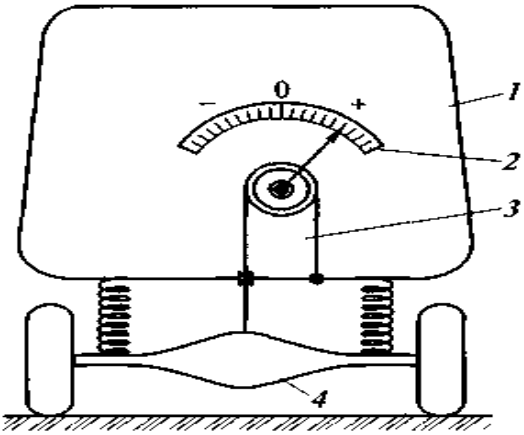

Рисунок 4 – Толчкомер ТХК-2:
1 – кузов автомобиля; *2* – шкала замера неровностей; *3* – трос;
4 – задний мост автомобиля

Колебания через гибкий трос передаются на барабан счетного механизма толчкомера. Ровность дорожного покрытия оценивают суммарным колебанием кузова транспортного средства на участке дороги длиной 1 км при постоянной скорости движения 50 + 5 км/ч. Регистрация показаний толчкомера осуществляется на бумажной ленте печатающего устройства счетного механизма, включаемого в нужный момент времени. Настоящий метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 10 %.

По результатам измерений строят линейный график ровности дорожного покрытия (толчкограмму).

Порядок проведения оценки ровности дорожного покрытия с помощью толчкомера

Средства измерений

Измерительная установка, включающая:

– транспортное средство (микроавтобус);

– информационно-регистрирующее устройство;

– толчкомер с погрешностью измерения продольной ровности дорожных покрытий 5 %;

– устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 1 %;

– программное обеспечение, позволяющее фиксировать значения продольной ровности дорожного покрытия по каждому 100-метровому участку дороги.

Вспомогательные средства измерения:

– манометр шинный типа МТИ по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа;

– термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0 до 55 °С, ценой деления 1 °С;

– набор гирь по ГОСТ 7328 с диапазоном измерения от 0 до 6 кг, классом точности 6. Применяемые средства измерений должны быть поверены согласно ТКП 8.003–2011 или аттестованы по СТБ 8004.

Допускается применять другие средства измерений, метрологические характеристики которых позволяют определять контролируемые показатели с заданной точностью.

Условия измерений

Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0 °С.

Покрытие дороги не должно быть мокрым.

Измерения следует выполнять по каждой полосе движения транспортных средств.

Порядок подготовки к проведению измерений

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

– измерить температуру воздуха;

– измерить давление воздуха в шинах колес микроавтобуса манометром; давление воздуха в шинах колес микроавтобуса должно быть в пределах от 0,22 до 0,25 МПа;

– проверить кузов микроавтобуса измерительной установки на наличие посторонних предметов, при измерениях продольной ровности дорожного покрытия нагрузка в кузове микроавтобуса измерительной установки не должна превышать 2,5 кН;

– очистить толчкомер от пыли и грязи;

– проверить надежность креплений измерительного оборудования;

– проверить натяжение троса толчкомера при помощи подвешивания гирь общей массой 6 кг к концу троса, при этом фиксируют положение пружины, которое должно быть таким же и при подсоединении троса к заднему мосту микроавтобуса измерительной установки;

– подключить и проверить работоспособность программного обеспечения измерительного оборудования;

– проверить работоспособность измерительного оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений проконтролировать на устройстве отображения информации (далее – монитор).

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

– установить микроавтобус на расстоянии не менее 100 м от точки начала измерений;

– активизировать программное обеспечение;

– начать движение с ускорением, чтобы к точке начала измерения скорость соответствовала требуемой и включить регистрацию данных; скорость движения при измерениях должна быть 50 + 5 км/ч;

– контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние для каждого 100-метрового участка дороги;

– фиксировать каждый километровый знак, установленный на дороге;

– по окончании измерений остановить регистрацию данных.

Алгоритм обработки результатов измерений

Обработку результатов измерений необходимо выполнять по значениям продольной ровности дорожного покрытия 100-метровых участков.

Обработку результатов следует выполнять в следующей последовательности.

Рассчитать значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-метровом участке, приведенное к значению продольной ровности на 1 км дороги, с точностью до 1 см/км по формуле

$$S_{100} = 10 S_{\text{изм}}, \tag{4.1}$$

где S_{100} – измеренное значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-метровом участке, приведенное к километровому, см/км;

$S_{\text{изм}}$ – измеренное значение продольной ровности дорожного покрытия на 100-м участке, см/км.

Рассчитать значение продольной ровности дорожного покрытия километрового участка $S_{\text{км}}$ с точностью до 1 см/км по формуле

$$S_{\text{км}} = 1000 \sum_{i=1}^{n} \mathrm{S}_{\text{изм}\, i} \,/\, \sum_{i=1}^{n} L_{\text{изм}\, i}, \tag{4.2}$$

где $S_{изм\,i}$ – измеренные значения продольной ровности дорожного покрытия на i-м участке, см/км;

$L_{изм\,i}$ – длина i-го участка дороги, м;

n – число измерительных участков.

По результатам проведенных измерений оформляется протокол.

Соблюдение требований по продольной ровности дорожного покрытия оценивается посредством сравнения полученных результатов с нормативными показателями, приведенными в СТБ 1291-2007 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения» (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Нормативные показатели ровности дорожного покрытия (СТБ 1291)

№ п/п	Показатель ровности, измеренный	Предельно допустимая величина по уровням требований				
		1	2	3	4	5
1	3-метровой рейкой: а) количество просветов, превышающее указанное, %, не более б) максимальный просвет не более, мм	 7 10	 9 12	 14 14	 20 20	 25 30
2	Автомобильной установкой типа ПКРС-2, см/км, не более	540	660	860	1200	–
3	По требованиям международного индекса (IRI), м/км, не более	4,50	5,50	6,20	6,70	7,90
4	Толчкомером типа ТХК-2 не более, см/км	100	120	170	240	265

Примечания.

1. Допустимые значения ровности по толчкомеру ТХК-2 даны применительно к автомобилю УАЗ-452.

2. Для покрытий дорожных одежд переходного типа показатель ровности по толчкомеру ТХК-2 должен быть не более 340 см/км, низшего типа – 510 см/км.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕТРОВОЙ РЕЙКИ

Цель работы: приобрести практические навыки оценки степени ровности дорожного покрытия с использованием трехметровой рейки.

Исходные данные:

а) результаты замеров величины просветов под трехметровой рейкой в контрольных точках (таблица 5.1): левая сторона; ось дороги; правая сторона;

Таблица 5.1 – Результаты замеров величины просветов под трехметровой рейкой в контрольных точках

Место измерения	Величина просветов в контрольных точках, *мм*														
	Левая сторона					Ось дороги					Правая сторона				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	1	1	10	1	0	1	0	12	8	5	2	0	1
2	4	3	1	4	6	0	6	2	0	3	8	5	4	3	1
3	7	2	8	8	9	7	5	1	1	3	9	4	2	3	5
4	9	3	1	0	3	7	1	2	3	1	5	6	3	4	8
5	2	4	7	4	1	4	3	0	2	5	11	13	12	0	11
6	3	3	1	0	1	10	3	0	2	3	3	1	2	5	0
7	2	5	1	3	3	0	2	3	4	0	1	9	3	1	3
8	12	7	1	2	6	1	3	1	5	13	3	12	2	11	4
9	3	4	2	4	2	4	2	3	3	4	0	2	4	4	1
10	1	0	1	0	12	8	5	2	0	1	2	3	1	1	10
11	0	6	2	0	3	8	5	4	3	1	4	3	1	4	6
12	7	5	1	1	3	9	4	2	3	5	7	2	8	8	9
13	7	1	2	3	1	5	6	3	4	8	9	3	1	0	3
14	4	3	0	2	5	11	13	12	0	11	2	4	7	4	1
15	10	3	0	2	3	3	1	2	5	0	3	3	1	0	1
16	0	2	3	4	0	1	9	3	1	3	2	5	1	3	3
17	1	3	1	5	13	3	12	2	11	4	12	7	1	2	6
18	4	2	3	3	4	0	2	4	4	1	3	4	2	4	2
19	8	5	2	0	1	2	3	1	1	10	1	0	1	0	12
20	8	5	4	3	1	4	3	1	4	6	0	6	2	0	3

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
21	9	4	2	3	5	7	2	8	8	9	7	5	1	1	3
22	5	6	3	4	8	9	3	1	0	3	7	1	2	3	1
23	11	13	12	0	11	2	4	7	4	1	4	3	0	2	5
24	3	1	2	5	0	3	3	1	0	1	10	3	0	2	3
25	1	9	3	1	3	2	5	1	3	3	0	2	3	4	0
26	3	12	2	11	4	12	7	1	2	6	1	3	1	5	13
27	0	2	4	4	1	3	4	2	4	2	4	2	3	3	4
28	2	3	1	1	10	1	0	1	0	12	8	5	2	0	1
29	4	3	1	4	6	0	6	2	0	3	8	5	4	3	1
30	7	2	8	8	9	7	5	1	1	3	9	4	2	3	5
31	9	3	1	0	3	7	1	2	3	1	5	6	3	4	8
32	2	4	7	4	1	4	3	0	2	5	11	13	12	0	11
33	3	3	1	0	1	10	3	0	2	3	3	1	2	5	0
34	2	5	1	3	3	0	2	3	4	0	1	9	3	1	3
35	12	7	1	2	6	1	3	1	5	13	3	12	2	11	4
36	3	4	2	4	2	4	2	3	3	4	0	2	4	4	1
37	8	5	2	0	12	1	10	1	0	1	2	3	1	0	12
38	8	5	4	0	3	4	6	0	3	1	4	3	1	0	3
39	9	4	2	1	3	8	9	7	3	5	7	2	8	3	3
40	5	6	3	3	1	0	3	7	4	8	9	3	1	1	1
41	11	13	12	2	5	4	1	4	0	11	2	4	7	3	5
42	3	1	2	2	3	0	1	10	5	0	3	3	1	2	3
43	1	9	3	4	0	3	3	0	1	3	2	5	1	4	0
44	3	12	2	5	13	2	6	1	11	4	12	7	1	2	13
45	0	2	4	3	4	4	2	4	4	1	3	4	2	3	4
46	2	3	1	0	1	0	12	8	1	10	1	0	1	12	1
47	4	3	1	3	1	0	3	8	4	6	0	6	2	7	1
48	7	2	8	3	5	1	3	9	8	9	7	5	1	1	5
49	9	3	1	4	8	3	1	5	0	3	7	1	2	1	8
50	2	4	7	0	11	2	5	11	4	1	4	3	0	1	11

б) уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог: 1, 2, 3, 4, 5;

в) тип покрытия: асфальтобетонное покрытие; чернощебеночное покрытие; щебеночное и гравийное; грунтовые.

Требуется:

а) определить частоту и процент просветов под трехметровой рейкой различной величины;

б) построить кумулятивную кривую ровности дорожного покрытия;

в) дать оценку ровности дорожного покрытия на соответствие нормативным требованиям.

Теоретические основы выполнения работы

Простейшим прибором для определения ровности дорожного покрытия и основания является трехметровая рейка (рисунок 5.1). Степень ровности дорожного покрытия оценивается по зазору между нижней плоскостью рейки, уложенной на проезжую часть, и поверхностью дорожного покрытия.

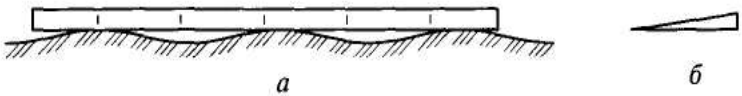

Рисунок 5.1 – Трехметровая рейка (*а*) с мерным клином (*б*)

Просветы под трехметровой рейкой измеряются с помощью линейки или клина (рисунок 5.1, *б*) в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга. Места приложения рейки должны равномерно располагаться по длине участка измерений. Оценка ровности трехметровой рейкой производится после окончания возведения или при приеме автомобильной дороги в эксплуатацию.

Рейку устанавливают на проезжую часть на каждом пикете автомобильной дороги в трех различных створах. На каждом пикете ровность определяют в трех местах (рисунок 5.2):

– на оси дороги;

– в одном метре от левой и правой кромок проезжей части.

На одном пикетном участке выполняют 3 × 3 × 5 = 45 замеров.

Нормативный просвет под рейкой для типов покрытий не более:

– асфальтобетонные покрытия – 5 мм;

– черощебеночные покрытия – 7 мм;

– щебеночные и гравийные – 10 мм;

– грунтовые – 10 мм.

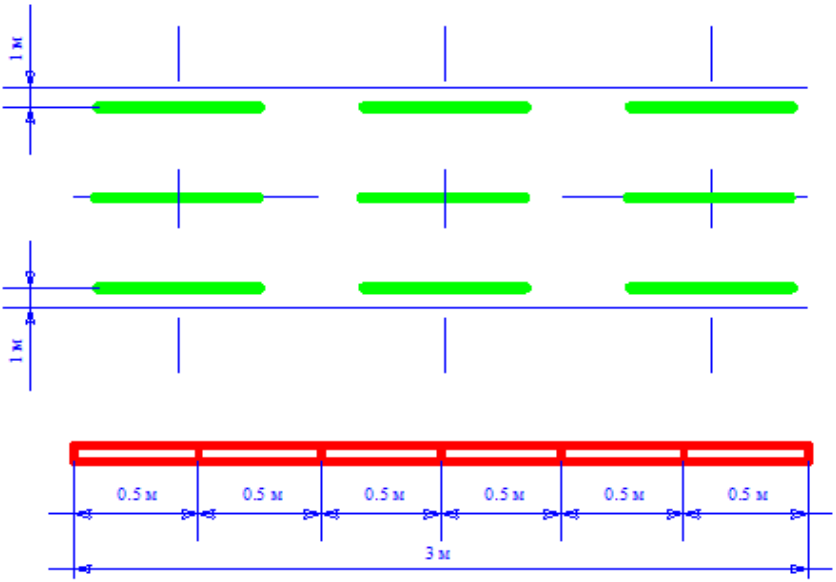

Рисунок 5.2 – Места установки трехметровой рейки

Основным недостатком такого способа определения ровности дорожного покрытия является высокая трудоемкость и недостаточная точность.

К более совершенным приборам измерения ровности дорожного покрытия относятся двухопорная рейка ПКР-1 (рисунок 5.3) и прибор РК-1 (рисунок 5.4).

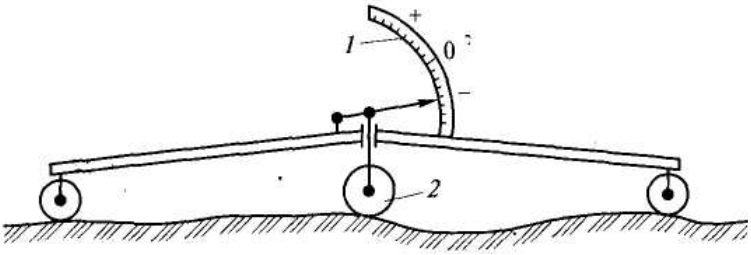

Рисунок 5.3 – Передвижная двухопорная рейка ПКР-1:
1 – шкала замера неровностей; *2* – колесо-индикатор

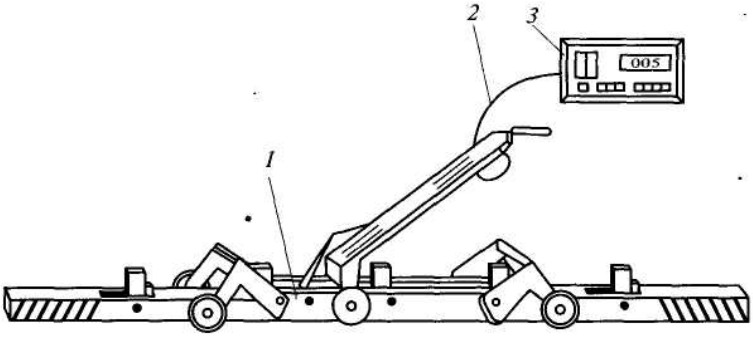

Рисунок 5.4 – Прибор РК-1:
1 – измерительная рейка; *2* – электрический кабель;
3 – электронный измерительный блок

При измерении ровности дорожного покрытия двухопорная рейка (рисунок 5.3) прокатывается по проезжей части и через равные расстояния (обычно через 1...3 м) регистрируются размеры просветов.

Прибор РК-1 (рисунок. 5.4) предназначен для оценки ровности дорожного покрытия при приемке выполненных дорожно-строительных и ремонтных работ. Прибор состоит из измерительной рейки *1* длиной 3 м и электронного измерительного блока *3*, соединенного с рейкой посредством гибкого электрического кабеля *2*. На рейке установлены пять бесконтактных датчиков линейных перемещений, размещенных вдоль рейки через 50 см. К корпусу рейки прикреплены поворотные кронштейны, на которых установлены колеса. В середине рейки закреплен рычаг управления. На заднем колесе установлен бесконтактный датчик для регистрации пройденного пути. На лицевой панели электронного блока установлен двоичный переключатель, служащий для ввода значения допускаемого просвета для данного типа дорожного покрытия путем набора цифр.

На контролируемом участке дороги рейку перемещают и через определенные расстояния прикладывают к дорожному покрытию. В месте измерения просветов производят запись размеров просветов в память прибора с суммированием их числа в трех диапазонах: до предельного значения просвета, от предельного до двукратного значения и свыше этого значения.

В приборе предусмотрена сигнализация при обнаружении просветов свыше двукратного значения заданного предела (место брака

дорожного покрытия). Диапазон измерений дорожных просветов составляет 0...50 мм.

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРТАТИВНОГО ПРИБОРА

Цель работы: приобрести практические навыки в определении коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора

Исходные данные:

а) температура воздуха при проведении испытаний в °С: 0; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 17; 20; 23; 25; 27; 30; 32; 35; 38; 40;

б) продольный уклон дороги в местах проведения испытаний в ‰: 20; 25; 30; 35; 39; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100;

в) варианты результатов испытаний коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Результаты испытаний коэффициента сцепления дорожного покрытия с применением портативного прибора

Местоположение точек измерения коэффициента сцепления $K_{сц}$, км + м	Значения коэффициента сцепления $K_{сц}$		
	испытание		
	1	2	3
1	2	3	4
5 + 100	0,34	0,36	0,37
5 + 300	0,39	0,40	0,42
5 + 500	0,45	0,48	0,50
5 + 700	0,47	0,49	0,49
5 + 900	0,50	0,51	0,53
6 + 100	0,52	0,53	0,52
6 + 300	0,54	0,55	0,55
6 + 500	0,56	0,57	0,55
6 + 700	0,58	0,55	0,59
6 + 900	0,60	0,62	0,64
7 + 100	0,63	0,61	0,64
7 + 300	0,31	0,33	0,35

Окончание таблицы 6.1

1	2	3	4
7 + 500	0,47	0,50	0,52
7 + 700	0,48	0,49	0,51
7 + 900	0,59	0,64	0,64
8 + 100	0,53	0,55	0,57
8 + 300	0,50	0,52	0,52
8 + 500	0,54	0,56	0,58

Требуется:

а) занести результаты испытаний в таблицу 6.2;

Таблица 6.2 – Форма таблицы для регистрации результатов испытаний

Местоположение точек измерения коэффициента сцепления $K_{сц}$, км + м	Значения 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	2	3	Среднее			от продольного уклона участка дороги	от температуры воздуха	

б) определить среднее значение коэффициента сцепления дорожного покрытия;

в) определить поправки к коэффициенту сцепления в зависимости от продольного уклона участка и от температуры воздуха;

г) определить значение коэффициента сцепления с учетом поправок.

Теоретические основы выполнения работы

Для определения коэффициента сцепления дорожного покрытия может быть использован портативный прибор ППК-2 разработки

МАДИ – ВНИИБД (рисунок 6). При испытании прибор устанавливают таким образом, чтобы имитаторы находились на расстоянии 10 ± 1 мм над дорожным покрытием. Подвижный груз закрепляется в верхнем положении стойки. После увлажнения поверхности дорожного покрытия груз освобождается, ударяя по подвижной муфте. Под действием удара груза имитаторы прижимаются и перемещаются по поверхности дорожного покрытия. По положению измерительной шайбы на шкале определяют коэффициент сцепления.

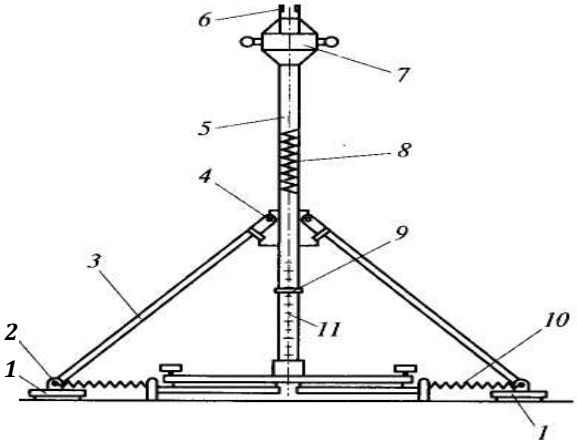

Рисунок 6 – Схема проведения испытаний по определению коэффициента сцепления прибором ППК-2:
1 – имитаторы; *2* – шарнир; *3* – тяга; *4* – подвижная муфта; *5* – опорная штанга; *6* – устройство сброса груза; *7* – груз; *8* – центральная пружина; *9* – регистрирующая шайба; *10* – стягивающая пружина; *11* – шкала коэффициентов сцепления

Метод основан на имитации процесса скольжения сблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию. Настоящий метод испытаний обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 10 %.

Средства испытаний: портативный прибор ППК-2 с диапазоном измерения коэффициента сцепления от 0,05 до 0,65, ценой деления 0,01, погрешностью измерения 5 %.

Средства измерений:

– нивелир Н-3 по ГОСТ 10528 с погрешностью измерения ±2 мм;

– рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502;

– рейка нивелирная по ГОСТ 10528 с диапазоном измерения от 0 до 3000 мм, ценой деления 10 мм;

– термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0 °С до 55 °С, ценой деления 1 °С;

– материалы, вещества: вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

Применяемые средства измерений должны быть поверены согласно ТКП 8.003–2011 или аттестованы по СТБ 8004, испытательное оборудование аттестовано согласно СТБ 8015.

Допускается применять другие средства измерений, метрологические характеристики которых позволяют определять контролируемые показатели с заданной точностью.

Испытания следует проводить 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.

При подготовке к проведению испытаний необходимо выполнить следующие работы:

– измерить температуру воздуха и занести значение в таблицу 6.2;

– установить с помощью рулетки местоположение точек измерения коэффициента сцепления;

– определить с помощью нивелира и рейки продольный уклон участка дороги;

– результаты измерений продольного уклона участка дороги занести в таблицу 6.2.

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

– 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;

– сбросить груз на тяги прибора;

– по измерительному кольцу на шкале прибора зафиксировать значение коэффициента сцепления;

– в каждой точке выполнить по три испытания;

– результаты испытаний занести в таблицу 6.2.

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

– вычислить среднее арифметическое значение коэффициента сцепления в каждой точке по результатам трех измерений;

– откорректировать значение коэффициента сцепления с учетом поправок на продольный уклон участка дороги (по таблице 6.3) и на температуру воздуха (по таблице 6.4) и занести в таблицу 6.2.

Таблица 6.3 – Поправки к коэффициенту сцепления в зависимости от продольного уклона участка дороги

Значения 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

Примечание. При уклонах менее 30 ‰ поправка к коэффициенту сцепления принимается равной нулю.

Таблица 6.4 – Величина температурной поправки к коэффициенту сцепления

Температура воздуха, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
Величина поправки	–0,06	–0,04	–0,03	–0,02	0	+0,01	+0,02	+0,02	+0,02

Лабораторная работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ «ПЕСЧАНОЕ ПЯТНО»

Цель работы: приобрести практические навыки в определении шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

Исходные данные и средства измерений:

– линейка металлическая с верхним пределом измерений 300 мм по ГОСТ 427;

– термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 13646 с диапазоном измерения от 0 °С до 55 °С с ценой деления 1 °С;

– мерный стаканчик объемом 10 или 25 см^3 по ГОСТ 1770.

Вспомогательное оборудование:

– диск диаметром 100 мм.

Материалы, вещества:

– песок по ГОСТ 8736 с размером зерен от 0,14 до 0,31 мм.

Требуется:

а) выполнить измерения шероховатости дорожного покрытия в заданной точке;

б) определить среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна с точностью до 0,01 см;

в) рассчитать среднюю глубину впадин по каждому измерению с точностью до 0,01 мм;

г) рассчитать среднее арифметическое значение средней глубины впадин в заданной точке.

Теоретические основы выполнения работы

Метод основан на определении средней глубины впадин покрытия с помощью песка. Настоящий метод измерений обеспечивает получение значений шероховатости дорожных покрытий с точностью до 5 %. Применяемые средства измерений должны быть поверены согласно ТКП 8.003–2011 или аттестованы по СТБ 8004. Допускается применять другие средства измерений, метрологические характеристики которых позволяют определять контролируемые показатели с заданной точностью.

Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0 °С. Дорожное покрытие и песок должны быть сухими. Измерение шероховатости дорожного покрытия следует выполнять на каждой полосе движения по одной полосе наката дороги из расчета не менее 5 точек на 1 км.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

– измерить температуру воздуха;

– очистить дорожное покрытие от пыли и грязи;

– визуально определить тип шероховатости дорожного покрытия. В зависимости от определенного типа шероховатости дорожного покрытия применяют следующий объем песка, $см^3$: 10 – на мелкошероховатом; 25 – на среднешероховатом; 50 – на крупношероховатом;

– засыпать песок в мерный стаканчик требуемого объема.

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

– высыпать песок в необходимом объеме из мерного стаканчика на дорожное покрытие;

– круговым движением диска распределить песок ровным слоем в виде круга на поверхности дорожного покрытия, заполняя все впадины до уровня наибольших выступов. Схема проведения измерений приведена на рисунке 7.1;

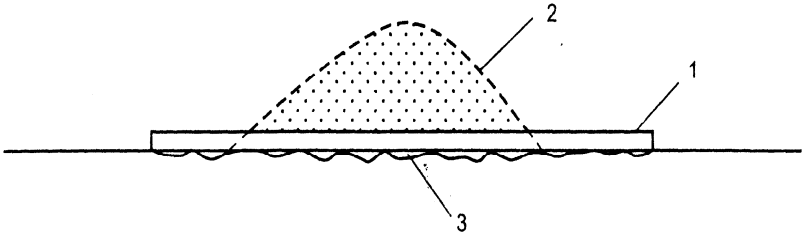

Рисунок 7.1 – Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»:
1 – диск; *2* – песок для распределения диском;
3 – песок после распределения диском

– измерить три раза в различных направлениях диаметр песчаного пятна и занести значения в таблицу 7.1;

– выполнить два повторных измерения шероховатости дорожного покрытия.

Таблица 7.1 – Результаты измерений шероховатости дорожного покрытия

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

Обработку результатов измерений следует выполнять в следующей последовательности:

1. Рассчитать среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна $D_{ср}$ с точностью до 0,01 см.

2. Рассчитать среднюю глубину впадин $h_{ср}$, по каждому измерению с точностью до 0,01 мм по формуле

$$h_{ср} = \frac{40V}{\pi D_{ср}^2}, \qquad (7.1)$$

где V – объем песка, распределенного по поверхности дорожного покрытия, см^3;

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

3. Рассчитать среднее арифметическое значение средней глубины впадин $h_{ср}$ по результатам нескольких измерений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ ПО ДЛИНЕ ТОРМОЗНОГО ПУТИ

Цель работы: приобрести практические навыки в оценке скользкости дороги.

Исходные данные:

а) тип автомобиля: легковой; грузовой грузоподъемностью до 4,5 тонн; грузовой грузоподъемностью выше 4,5 тонн;

б) замеренная длина тормозного пути, м: 15,18; 21; 24; 27; 30; 33; 36; 39; 42; 45; 48; 51; 54; 57; 60;

в) продольный уклон дороги, ‰: 2; 3; 5; 7; 9; 8; 12; 10; 13; 15; 18; 20; 21; 23; 25; 30 – для первой подгруппы; для второй принять отрицательные значения;

г) скорость движения автомобиля в начале торможения, км/ч: 40; 42; 45; 47; 50; 52; 55; 58; 60; 63; 65; 70; 72; 75; 77; 80.

Требуется:

а) выполнить расчеты коэффициента сцепления колес с дорогой при различных значениях скорости движения автомобиля в начале торможения и длины тормозного пути;

б) построить график зависимости коэффициента сцепления колес с дорогой от скорости движения автомобиля в начале торможения и длины тормозного пути;

в) определить коэффициент сцепления колес с дорогой при заданных значениях скорости движения автомобиля в начале торможения и длины тормозного пути;

г) внести поправку в коэффициент сцепления колес автомобиля с дорогой в зависимости от величины продольного уклона.

Теоретические основы выполнения работы

При известной длине тормозного пути автомобиля при торможении юзом (L), двигавшегося по дорожному покрытию с некоторой начальной скоростью, определяют величину коэффициента сцепления φ по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{K_э \cdot V^2}{2gL} \pm i\,, \qquad (8)$$

где $K_э$ – коэффициент эксплуатационных условий торможения:

$K_э$ = 1,2 – для легковых автомобилей;

$K_э$ = 1,3 – для грузовых автомобилей, грузоподъемностью до 4,5 тонн;

$K_э$ = 1,4 – для грузовых автомобилей, грузоподъемностью выше 4,5 тонн;

V – скорость автомобиля в начале торможения, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

i – продольный уклон дороги на участке торможения (с учетом знака) в долях единицы.

Измерения тормозного пути выполняют на прямых участках дороги при отсутствии сильного ветра и закрытии движения на участке измерений. Автомобиль должен иметь шины с неизношенным рисунком протектора и отрегулированную тормозную систему, обеспечивающую одновременное и полное затормаживание всех колес.

Спидометр должен быть оттарированным и обеспечивающим возможность определения скорости движения с точностью до ±5 км/ч. Автомобиль на участке торможения разгоняют до некоторой скорости и резко тормозят. Длину тормозного пути измеряют рулеткой по следу на поверхности дорожного покрытия. Большую точность измерений обеспечивает автомобиль, оборудованный пистолетом-ракетницей, который заряжается краской или порошком (сухой краской). Пистолет-ракетницу связывают с педалью тормоза. При нажатии на педаль вызывается выстрел, и на проезжую часть наносится отметка, фиксирующая начало тормозного пути.

При кажущейся простоте способ определения коэффициента сцепления по длине тормозного пути далек от совершенства ввиду высокой трудоемкости, малой точности и значительной опасности измерений. Эти недостатки снижаются при измерении не длины тормозного пути, а отрицательного ускорения (замедления) автомобиля при торможении.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание дисциплины «Пути сообщения
и их транспортные качества» 4

Информационно-методическое обеспечение 10

Методические указания к выполнению лабораторных работ 19

Лабораторная работа № 1
Ознакомление на местности с элементами путей сообщения 19

Лабораторная работа № 2
Изучение регистрирующей аппаратуры автомобиля-лаборатории 30

Лабораторная работа № 3
Определение ровности дорожного покрытия
с применением акселерографа 40

Лабораторная работа № 4
Определение ровности дорожного покрытия
с применением толчкомера 45

Лабораторная работа № 5
Определение ровности дорожного покрытия
с использованием трехметровой рейки 50

Лабораторная работа № 6
Определение коэффициента сцепления дорожного покрытия
с применением портативного прибора 56

Лабораторная работа № 7
Определение шероховатости дорожных покрытий
методом «Песчаное пятно» 60

Лабораторная работа № 8
Измерение коэффициента сцепления по длине тормозного пути 63

Учебное издание

ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ИХ ТРАНСПОРТНЫЕ КАЧЕСТВА

Методические указания
для студентов всех форм обучения
по специальности 1-44 01 01 «Организация перевозок
и управление на автомобильном и городском транспорте»

Составители:
КОТ Евгений Николаевич
СЕДЮКЕВИЧ Владимир Николаевич
ЧИЖОНОК Василий Денисович

Редактор *Т. А. Зезюльчик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 10.04.2014. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,89. Уч.-изд. л. 3,05. Тираж 100. Заказ 519.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.