



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Практикум

**Минск
БНТУ
2018**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Практикум

для студентов специальностей 1-37 01 08

«Оценочная деятельность на автомобильном транспорте»,

1-44 01 01 «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»

и 1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2018

УДК 629.113.004
ББК 39.33я7
Д44

Составитель *В. А. Макаров*

Рецензенты:

кафедра «Ремонт тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин»
Белорусского государственного аграрного технического университета
(зав. кафедрой *В. Е. Тарасенко*);
канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь РУП БелНИИТ
«Транстехника» *С. Б. Соболевский*

Д44 **Диагностирование** автомобилей на испытательной площадке :
практикум для студентов специальностей 1-37 01 08 «Оценочная дея-
тельность на автомобильном транспорте», 1-44 01 01 «Организация
перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте»
и 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / сост. В. А. Мака-
ров. – Минск: БНТУ, 2018. – 52 с.
ISBN 978-985-550-891-6.

В практикуме приведено методическое обеспечение для выполнения лаборатор-
ных работ, связанных с диагностированием технического состояния автомобиля на
испытательной площадке: оценением износа и повреждений автомобильных пнев-
матических шин; определением данных для расчетов угла увода автомобиля, кото-
рый движется по окружности; диагностированием эффективности действия тормоз-
ной системы автомобилей; определением шероховатости дорожного покрытия.

В издании представлена последовательность оформления отчета и приведены
контрольные вопросы к лабораторным работам. Приложения содержат справочный
материал для лабораторных работ.

УДК 629.113.004
ББК 39.33я7

ISBN 978-985-550-891-6

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 ОЦЕНИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН.....	4
Лабораторная работа № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ УГЛА УВОДА АВТОМОБИЛЯ, КОТОРЫЙ ПЕРЕМЕЩАЕТСЯ ПО ОКРУЖНОСТИ.....	12
Лабораторная работа № 3 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ.....	17
Лабораторная работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ	30
ПРИЛОЖЕНИЯ	38

Лабораторная работа № 1

ОЦЕНИВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Цель работы: получение навыков по измерению высоты рисунка протектора автомобильных шин и умений по оцениванию результатов инструментального и визуального обследования технического состояния шин.

Задачи работы

1. Изучение характеристик шин.
2. Ознакомление с видами дефектов шин.
3. Измерение высоты выступов рисунка протекторов шин, оценивание повреждений эластичных движителей и составление отчета.

Организация проведения работы

К выполнению работы допускаются студенты, которые ответили на контрольные вопросы и прошли инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ. Работа выполняется группой студентов (три исполнителя). Все студенты проводят измерения износа шин, а также участвуют в процессе обнаружения и анализа повреждений эластичных движителей.

После выполнения работы необходимо составить отчет и защитить его. Студенты, которые не защитили отчеты, не допускаются к выполнению следующей работы.

Теоретическая часть

Развитие автомобилестроения требует решения проблемы повышения качества контроля технического состояния пнев-

матических шин. Эксплуатация автомобильных транспортных средств (АТС) происходит в разных, часто неблагоприятных условиях:

- усложняется дорожное движение за счет увеличения количества потоков автомобилей и интенсификации их перемещения;

- транспортно-эксплуатационное состояние дорожного покрытия не обеспечивает создания необходимого уровня эксплуатационных свойств автомобилей;

- усиливается негативное влияние АТС на окружающую среду (в том числе увеличиваются вредные выбросы продуктов износа шин).

В условиях экономического кризиса возрастает вероятность движения автомобилей на пневматических шинах, которые были в эксплуатации. То есть решается задача использования полного ресурса шин без нарушения правил безопасности и требований ГОСТ 25478–91 «Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки».

Согласно ГОСТ 25478–91 к шинам предъявляется перечень требований, которые изложены ниже.

1. Высота рисунка протектора шин должна быть не менее:

- а) для легковых автомобилей – 1, 6 мм;

- б) грузовых автомобилей – 1, 0 мм;

- в) автобусов – 2, 0 мм;

- г) прицепов и полуприцепов – те же значения, что и для грузовых автомобилей.

Шины не должны иметь местных повреждений (пробоев, порезов сквозных и несквозных и т. п.), которые оголяют корд, а также местных отслоений протектора; не допускается наличие инородных тел между сдвоенными колесами.

Давление воздуха в шинах должно отвечать значениям, которые регламентируют «Правила эксплуатации автомобильных шин», утвержденные в установленном порядке, или зна-

чениям, установленным руководством по эксплуатации автотранспортного средства.

2. Для измерения и регулирования давления воздуха в шинах сдвоенных колес они должны быть установлены так, чтобы расположение вентиляльных отверстий в дисках было одинаковым.

3. Не допускается замена золотников заглушками, пробками и другими приспособлениями.

4. Автотранспортные средства должны быть укомплектованы шинами согласно требованиям «Правил эксплуатации автомобильных шин», утвержденным в установленном порядке, или согласно руководству по эксплуатации автотранспортного средства.

Не допускается установка:

– на одну ось автобусов, легковых автомобилей, прицепов и полуприцепов к ним шин разных размеров, конструкций (радиальной, диагональной, камерной, бескамерной), моделей с разными рисунками протектора, с шипами и без шипов, морозостойких и неморозостойких;

– на одну ось грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов к ним шин разных размеров, конструкций (радиальной, диагональной, камерной, бескамерной), с разными типами рисунков протектора, с шипами и без шипов, морозостойких и неморозостойких.

5. На автотранспортных средствах не допускается установка шин:

– восстановленных по I классу, на передней оси междугородных автобусов;

– восстановленных по II классу, на междугородных автобусах, на передней оси легковых автомобилей, на передней и средней осях междугородных автобусов;

– восстановленных по классу «Д», на междугородных автобусах, на передней оси легковых автомобилей, на передней и средней осях автобусов, грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов;

– с отремонтированными местными повреждениями на передней оси автобусов, грузовых и легковых автомобилей.

6. Отсутствие хотя бы одного болта или гайки крепления дисков и ободьев колес, а также уменьшение момента их затяжки, не допускается.

7. Наличие трещин на дисках и ободьях колес не допускается.

Перед тем как установить на автомобиль колеса, которые были в эксплуатации, возникает необходимость проверить остаточную высоту протектора. Причем проверку желательно провести как можно более подробную, то есть надо оценить распределение глубины рисунка протектора как по окружности поверхности колеса, так и в направлении оси его вращения (по ширине беговой дорожки протектора). Это позволяет правильно решить задачу о рациональном месте установки шины, которая была в эксплуатации, и прогнозировать ее ресурс.

Согласно ГОСТ 25478–91 установлены нижеприведенные методы проверки шин и колес.

1. Определение высоты рисунка протектора шин.

1.1. Высота рисунка протектора шин определяется на участке беговой дорожки, ограниченной фигурой близкой к прямоугольнику со сторонами, размеры которых должны быть не менее половины ширины беговой дорожки и $1/6$ длины ее окружности ($1/6$ длины окружности равняется длине дуги, хорда которой – радиусу шины).

1.2. Измерение высоты рисунка протектора не должно выполняться в месте расположения выступов элементов рисунка и полумостиков в зоне пересечения канавок.

Для шин, которые имеют сплошное выступающее кольцо по центру беговой дорожки, измерение высоты рисунка протектора выполняется по краям этого кольца.

Для шин повышенной проходимости измерения высоты рисунка протектора выполняются между грунтозацепами по центру или в местах, наименее отдаленных от центра беговой дорожки, но не по выступам грунтозацепов и не по полумостикам.

1.3. На шинах с индикаторами изнашивания предельно допустимая высота рисунка протектора определяется по появлению индикаторов.

1.4. Шина является непригодной к эксплуатации, если:

– имеет участок беговой дорожки, указанный в п. 1.1, высота рисунка протектора на котором во всех точках меньше значений, приведенных выше;

– появился один индикатор при равномерном износе или два индикатора в каждом из двух сечений – при неравномерном износе беговой дорожки.

2. Давление воздуха проверяют в шинах манометрами, которые отвечают ГОСТ 9921.

Для данной лабораторной работы разработан технологический перечень операций оценивания износа выступов протектора пневматических шин. Последовательность процесса контроля следующая:

– мочные и очистительные работы по шинам;

– визуальный осмотр технического состояния рисунка протектора;

– определение зоны максимального износа;

– выделение границ периметра приведенной выше зоны износа и определение мест размещения точек (внутри периметра) для измерения высоты рисунка протектора (с использованием мела);

– проведение процесса измерений;

– анализ полученных значений измерений;

– выводы о техническом состоянии шины и рекомендации о возможности дальнейшей эксплуатации данного эластичного движителя.

Для выполнения работы используется специальное приспособление для контроля внутреннего давления воздуха в шине и измерения остаточной высоты рисунка протектора (рис. 1.1).

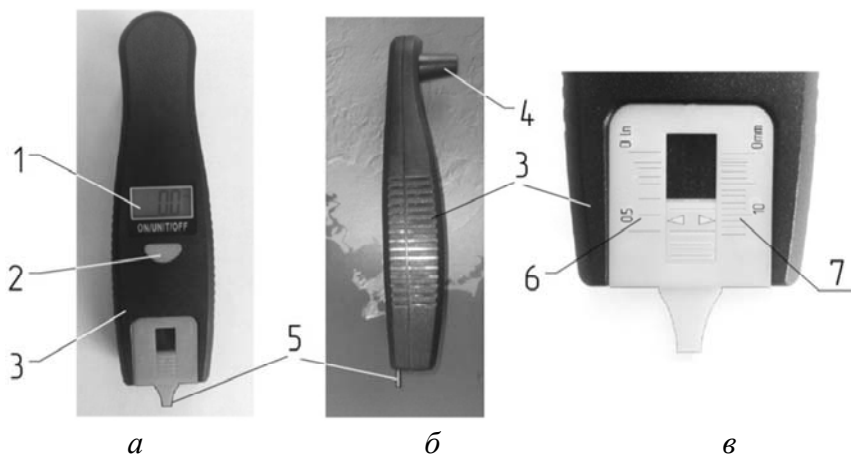


Рис. 1.1. Приспособление для контроля давления воздуха в шине и остаточной высоты рисунка протектора:
а – вид спереди; *б* – вид сбоку; *в* – нижний фрагмент (увеличенный) для измерения остаточной высоты рисунка протектора:
 1 – дисплей; 2 – кнопка для выполнения трех операций: включение, сбрасывание данных, отключение манометра; 3 – корпус, 4 – входной патрубок манометра; 5 – щуп для измерения высоты протектора; 6, 7 – шкала в дюймах или миллиметрах соответственно

Дисплей 1 предназначен для отображения величины внутреннего давления воздуха в шине, а кнопка 2 – для управления измерением указанного давления. Входной патрубок 4 является соединительным элементом между манометром прибора и вентилем колеса. Щуп 5 имеет шкалу для фиксации остаточной высоты протектора.

Визуализация места размещения приспособления на шине (во время контроля остаточной высоты рисунка протектора) и воспроизведенные мелом границы зоны максимального износа приведены на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Приспособление и его место размещения на шине во время контроля остаточной высоты по рисунку протектора

Практическая часть

Студенты оценивают состояние шин на указанном преподавателем автомобиле. Они осматривают каждую шину, обсуждают ее характеристику, определяют участки на беговой дорожке для контроля остаточной высоты рисунка протектора. Выполняют необходимые измерения. Результаты фиксируют в табл. 1.1 отчета.

Таблица 1.1

Результаты измерений остаточной высоты выступов рисунка протектора

Модель (название) шины	Нормативная высота рисунка протектора, мм	Измеренная высота рисунка протектора, мм



Рис. 1.3. Примеры фотографий, которые добавляются к отчету по лабораторной работе

Содержание отчета

1. Номер, название и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание характеристик шин, которые представлены для контроля в лаборатории кафедры «ТЕА».
3. Результаты измерения остаточной высоты рисунка протектора для всех шин автомобиля (согласно требованиям) в виде табл. 1.1.
4. Рисунки или фотографии, которые отображают процессы трех измерений остаточной высоты протектора шины, выполненных в лаборатории кафедры «ТЕА».
5. Выводы о техническом состоянии каждой шины и возможности ее дальнейшей эксплуатации.

Контрольные вопросы

1. Характеристики конструкции шины.
2. Технические параметры шин.
3. Как измеряется остаточная высота рисунка протектора шин?
4. Какая минимальная высота рисунка протектора допускается для разных шин?
5. Выполнить сравнение разных рисунков протекторов шин и оценить их влияние на эксплуатационные свойства автомобиля.

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ УГЛА УВОДА АВТОМОБИЛЯ, КОТОРЫЙ ПЕРЕМЕЩАЕТСЯ ПО ОКРУЖНОСТИ

Цель работы: получение навыков по измерению значений параметров, необходимых для расчетов угла увода автомобиля.

Задачи работы

1. Выбор участка площадки, которая отвечает требованиям для обеспечения стационарного движения автомобиля по окружности.
2. Обоснование мест крепления к автомобилю приспособлений для отображения траекторий заданных точек автомобиля на опорной площадке.
3. Выполнение установки и крепления указанных приспособлений.
4. Выбор линейной скорости движения и угла поворота управляемого колеса ($V = \text{const}$, $\theta = \text{const}$).
5. Выполнение стационарного движения автомобиля по окружности с фиксацией на поверхности площадки траекторий заданных точек автомобиля.
6. Измерение времени движения по замкнутой окружности (минимум три измерения).
7. Измерение диаметров окружностей каждой зафиксированной траектории (минимум три измерения).
8. Вычисление средних значений и дисперсий величин полученных параметров.
9. Составление отчета.

Организация проведения работы

К выполнению работы допускаются студенты, которые ответили на контрольные вопросы и прошли инструктаж по тех-

нике безопасности при выполнении лабораторных работ. Работа выполняется группой студентов (три исполнителя) под руководством преподавателя.

После выполнения работы необходимо составить отчет и защитить его.

Практическая часть

Для выполнения лабораторной работы используется измерительное оборудование, которое разработано студентами.

При проведении данной лабораторной работы исследуются параметры, которые характеризуют курсовую устойчивость движения легкового автомобиля. Для этого необходимо воссоздавать траектории перемещения заданных точек колесного транспортного средства (КТС): середин передней и задней осей. Для фиксации указанных траекторий движения используется специальное приспособление (рис. 2.1).

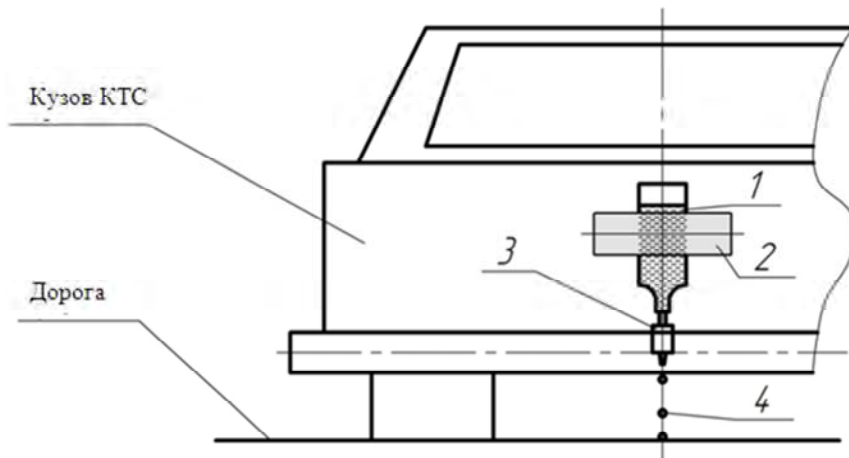


Рис. 2.1. Схема приспособления для фиксации траектории перемещения середины задней оси автомобиля:

- 1 – емкость с жидкостью; 2 – лента скотча; 3 – капельница;
- 4 – капли жидкости

Емкость 1 крепится к автомобилю скотчем и наполняется жидкостью. Регулятором капельницы 3 устанавливается необходимая скорость истечения жидкости 4 из емкости 1 к опорной поверхности дороги.

При движении КТС на поверхности дороги остаются следы траектории движения (рис. 2.2). Если автомобиль движется по окружности, то воспроизводится замкнутая траектория окружности. Фиксируется время от начала движения к моменту получения замкнутой окружности и измеряется ее диаметр (см. рис. 2.2). Результаты заносят в табл. 2.1.



Рис. 2.2. Примеры фотографий, которые должны быть приведены в отчете

Результаты измерений

Марка автомобиля		
Номер измерения	Время движения АТС, с	Диаметр траектории окружности, по которой перемещалась середина оси передней/задней, м
1		/
2		/
3		/
Среднее значение		/

Содержание отчета

1. Номер, название и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание хода проведения лабораторной работы и определения данных для расчетов угла увода автомобиля.
3. Техническая характеристика автомобиля, который использовался во время проведения лабораторной работы.
4. Рисунки или фотографии мест крепления приспособлений, которые использовались на экспериментальной стадии выполнения лабораторной работы для исследования курсовой устойчивости движения легкового автомобиля.
5. Результаты измерения времени движения автомобиля по окружности (минимум три измерения) и диаметра воспроизведенной траектории окружности (минимум три измерения).
6. Рисунки или фотографии, которые визуализируют стадии проведения лабораторной работы.
7. Заполненная табл. 2.1 и вычисленные средние значения времени движения автомобиля по окружности и ее диаметр.

Контрольные вопросы

1. Критерии для выбора участка, на котором исследуются характеристики движения автомобиля.
2. Понятие «курсовая устойчивость движения автомобиля».
3. Какие приспособления используются при проведении лабораторной работы?
4. Краткая характеристика приспособлений.
5. Как определяется диаметр траектории окружности, полученной при движении автомобиля на испытательной площадке?
6. Примеры способов, используемых для достоверного измерения скорости движения автомобиля.
7. Какой режим движения автомобиля является устойчивым?

Лабораторная работа № 3

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: получение практических навыков по контролю эффективности функционирования тормозной системы автомобилей.

Задачи работы

1. Изучение устройства и принципа работы диагностической системы.
2. Получение практических навыков контроля и измерения параметров, которые характеризуют эффективность действия тормозной системы автомобиля.
3. Проведение контрольных измерений и составление отчета.

Организация проведения работы

К выполнению работы допускаются студенты, которые ответили на контрольные вопросы и прошли инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ. Работа выполняется группой студентов (четыре исполнителя).

После выполнения работы необходимо составить отчет и защитить его. Студенты, которые не защитили отчеты, не допускаются к выполнению следующей работы.

Практическая часть

Назначение и устройство диагностической системы «Эффект» производства «МЕТА»

Диагностическая система «Эффект» производства «МЕТА» предназначена для диагностирования тормозных свойств

автомобилей. Процесс диагностирования выполняется при перемещении автомобиля по плоской опорной поверхности, которая должна отвечать следующим требованиям:

- асфальтобетонное покрытие должно иметь заданную шероховатость;

- поверхность площадки должна быть горизонтальной.

Элементы и линии связи диагностической системы «Эффект» приведены на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Общий вид системы «Эффект»

Основной прибор 1 закрепляется внутри салона автомобиля, который должен диагностироваться на испытательной площадке. Указанный выше прибор следует расположить на боковом стекле двери на уровне, который позволяет оператору вести за ним визуальный контроль. К прибору присоединяются провода:

- линия связи 2, ведущая к источнику питания;

- линия связи 3, предназначенная для подключения педометра 4, который характеризует усилие воздействия водителя на тормозную педаль.

Линия связи 2 имеет разъем 5 для присоединения к гнезду, которое предназначено для прикуривателя. Таким образом обеспечивается питание прибора 1.

Для проведения испытаний с помощью диагностической системы «МЕТА» места на сидениях диагностируемого автомобиля занимает водитель-испытатель и оператор. Последний – справа от водителя. Затем оператору необходимо закрепить основной прибор справа на стекле двери автомобиля с помощью прижима. Указанное стекло предварительно опускается (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Прибор, который закреплен на стекле с правой стороны:
1 – прибор; 2 – провод, который подключает педометр;
3 – провод питания

Положение основного прибора 1 при функционировании диагностической системы не является произвольным, а должно соответствовать следующему требованию.

Прибор должен быть расположен таким образом, чтобы стрелки на его корпусе были направлены по ходу движения автомобиля. Следующие операции: присоединение разъемов

датчика усилия и кабеля питания к прибору. Затем необходимо закрепить датчик усилия (педометр) на тормозной педали (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Датчик усилия, который закреплен на тормозной педали:
1 – провод, который подключает педометр; 2 – педометр (датчик усилия)

Кабель питания присоединяется к разъему автомобиля для прикуривателя. Датчик усилия на педали и провод питания размещают таким образом, чтобы они не мешали действиям водителя в процессе управления торможением при движении АТС. При подключении проводов переключатель питания 1 «ВКЛ» (рис. 3.4) должен быть установлен в положение «ОТКЛ».

Работу с прибором выполняет один оператор. Для начала работы нужно включить прибор выключателем 1. На индикаторе 2 прибора появится надпись «НАГРЕВ». На протяжении некоторого времени (не более 5 минут) прибор выполняет термическую стабилизацию своих элементов. Затем на индикаторе появляется надпись «номер ТС». Вводится трехзначный номер транспортного средства или выполняется переход к следующей операции нажатием кнопки 3 «ВВОД». Затем выполняется набор номера автомобильного транспортного средства начиная с самой большой цифры кнопкой 4 «ВЫБОР».



Рис. 3.4. Общий вид основного прибора

На индикаторе прибора появляется надпись «ХАРАК-КА ТС М1». Нажатием кнопки 4 «ВЫБОР» выбирается категория АТС относительно проверяемого транспортного средства, которое отвечает ГОСТ С51709; дальше нужно нажать на кнопку 3 «ВВОД». Выбранная категория будет введена в память прибора.

После этого на индикатор прибора подается надпись «ОД» (одиночное транспортное средство). Кнопкой 4 «ВЫБОР» можно его изменить на «АП» (автопоезд). Таким образом необходимо выбрать кнопкой 4 «ВЫБОР» тип АТС, соответствующий транспортному средству, которое проверяется. Необходимо подтвердить свой выбор нажатием кнопки 3 «ВВОД».

На индикаторе добавляется надпись «СН» (снаряженный автомобиль). Кнопкой 3 «ВЫБОР» можно изменить на «ПМ» (полная масса автомобиля). Кнопкой 3 «ВВОД» подтверждается масса автомобиля транспортного средства, которое проверяется.

На индикаторе добавится надпись «> 81» (рис. 3.5) – транспортное средство, изготовленное после 01.01.1981 года. Кнопкой 4 «ВЫБОР» можно выбрать «< 81» (АТС изготовлен до 01.01.1981 года). Подтвердить свой выбор можно нажатием кнопки 3 «ВВОД».

Примечание. Вернуться к предыдущему пункту выбора режима тестирования можно нажатием кнопки 5 «ОТМЕНА».



Рис. 3.5. Вид надписи на индикаторе после выбора режима тестирования

На индикаторе появится надпись «РАБОТА». Этот режим включает в себя:

- основной режим работы (измерение параметров эффективности тормозных систем АТС);
- режим проверки работоспособности датчиков замедления и линейного отклонения, а также датчика усилия.

Для вызова режима проверки датчиков необходимо нажать кнопку 4 «ВЫБОР» (см. рис. 3.4).

При этом прибор перейдет к индикации текущих показателей сигналов датчиков:

- J1 – датчик замедления (в диапазоне 0–9,8 м/с²);
- J2 – датчик линейного отклонения (в диапазоне +9,8...–9,8 м/с²);
- F – датчик усилия (в диапазоне 0–100 кгс).

Для выхода из режима проверки датчиков необходимо нажать кнопку 5 «ОТМЕНА».

Основной режим вызывается нажатием кнопки 3 «ВВОД» при индикации сообщения «РАБОТА» на индикаторе. При этом появится одно из трех сообщений: «НАКЛОН НАЗАД»; «НАКЛОН В НОРМЕ»; «НАКЛОН ВПЕРЕД».

Для правильной установки прибора необходимо изменить его положение на стекле двери автомобиля, достигнув на индикаторе надписи «НАКЛОН В НОРМЕ». При этом прозвучит звуковой сигнал.

После нажатия кнопки 3 «ВВОД» появится надпись «ПРОВЕРКА ТС».

Для проверки транспортного средства необходимо разогнать его до скорости 40 км/ч и затормозить, при этом торможение следует выполнить в режиме экстренного полного торможения при одноразовом воздействии на тормозную педаль.

Внимание.

1. В процессе торможения не допускается корректирование траектории движения АТС, если этого не требует обеспечение безопасности испытаний.

2. Торможение проводить при отсоединенном от трансмиссии двигателе, а также отсоединенных приводах дополнительных ведущих мостов и разблокированных трансмиссионных дифференциалах, если это предусмотрено конструкцией АТС.

Дальше снимается силовое влияние на педаль тормоза (после полной остановки АТС).

На индикаторе появится надпись «РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ТС».

После чего произвести нажатие кнопки 3 «ВВОД».

На индикаторе появится надпись «ХАРАК-КА ТС».

В нижней строчке индикатора будут значения, которые соответствуют проверяемому АТС и введены раньше в режиме налаживания прибора.

После нажатия кнопки 3 «ВВОД» на индикаторе появится надпись «НОМЕР ТС ХХХ», где ХХХ – номер АТС, введенный перед началом измерения.

Произвести нажатие кнопки «ВВОД».

На индикаторе появится надпись, изображенная на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Показатели S_i и S_n , полученные во время измерений (измеренное значение длины тормозного пути и пересчитанная норма тормозного пути соответственно)

Произвести нажатие кнопки 3 «ВВОД».

На индикаторе появится надпись, изображенная на рис. 3.7.



Рис. 3.7. Показатели J и V_0 , полученные во время измерений (замедление, которое установилось, и начальная скорость торможения соответственно)

Произвести нажатие кнопки 3 «ВВОД».

На индикаторе появится надпись, изображенная на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Показатели t и F , полученные во время измерений (время срабатывания тормозной системы и усилие нажатия на тормозную педаль соответственно)

Произвести нажатие кнопки 3 «ВВОД».

На индикаторе появится надпись, изображенная на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Показатель линейного отклонения

Нажав кнопку 5 «ОТМЕНА», можно вернуться к индикации предыдущих показателей.

Анализ действий оператора-диагноста и водителя автомобиля, который испытывается во время выполнения эксперимента

Предварительно выполняется крепление педометра деселерометра на педали рабочего тормоза. В эксперименте запланированы исследования разных режимов движения:

- торможение после достижения прямолинейного устойчивого движения;
- торможение после достижения устойчивого движения по окружности;
- торможение при устойчивом движении по криволинейной траектории.

Оператор выполняет измерение ускорения автомобиля.

Ниже рассмотрены действия водителя при разных режимах движения в последовательности, которая приведена выше.

Перед измерением параметров движения автомобиля выполняется следующая предварительная операция: запуск двигателя при действующем стояночном тормозе (при этом оператор проверяет действие деселерометра «Эффект», который присоединен к разъему для прикуривания).

Для выполнения действий, которые необходимы для создания первого режима движения, водитель выключает стояночный тормоз и последовательно включает 1-ю и 2-ю передачи коробки передач (КП), достигает скорости около 40 км/ч и продолжает движение автомобиля на протяжении 4–7 с (создается устойчивое движение). Далее водитель одновременно выключает передачу и плавно нажимает на педаль рабочего тормоза до окончательной остановки автомобиля. При нажатой педали водителем включается стояночный тормоз, а потом прекращается действие на педаль рабочего тормоза. После этого оператор выполняет измерения.

Для создания следующего режима испытания – торможение при устойчивом движении по окружности – водитель создает устойчивое движение по окружности соответствующего радиуса

при скорости 20 км/ч. Одновременными движениями выключает передачу КП и нажимает на педаль рабочего тормоза до окончательной остановки автомобиля. Удерживая указанную педаль, водитель включает стояночный тормоз, а потом прекращает действие на педаль рабочего тормоза. Далее оператор выполняет необходимые измерения параметров торможения.

Торможение во время устойчивого движения по криволинейной траектории создается водителем следующим образом. Он выключает стояночный тормоз и, включая последовательно 1-ю и 2-ю передачи КП, достигает скорости 40 км/ч, и АТС продолжает двигаться таким образом по кривой 4–7 с, поддерживая устойчивое движение. Далее водитель (одновременными движениями) включает передачу КП и нажимает на педаль рабочего тормоза для окончательной остановки АТС. При этом он поворачивает рулевое колесо влево. Удерживая обозначенную выше педаль, водитель включает стояночный тормоз и потом прекращает воздействие на педаль рабочего тормоза.

Действия водителя при создании последнего режима движения, который исследуется, приведены ниже. Водитель выключает стояночный тормоз и последовательно включает 1-ю и 2-ю передачи КП, достигает скорости около 20 км/ч (при этом подается сигнал оператору о начале замеров). Движение автомобиля продолжается с ускорением на протяжении 4–7 с (приблизительно до 45 км/ч). Оператор нажимает кнопку педометра деселерометра и происходит измерение данных. Водитель останавливает автомобиль.

В результате диагностирования автомобиля получают данные, которые являются продуктом процесса диагностирования, в виде совокупности цифр, отображаемых в таблице результатов измерения (табл. 3.1).

Единицы измерений всех значений параметров должны соответствовать требованиям системы СИ (затем можно использовать также другие единицы измерения, применяемые на автомобильном транспорте). В указанной таблице следует привести

также нормативные значения параметров, используемых для анализа результатов диагностирования.

Таблица 3.1

Результаты измерения параметров, характеризующих эффективность действия тормозной системы автомобиля

Наименование показателя или контрольной операции	Результаты измерений или проверки	Нормативные значения параметров
Характеристика АТС, М1		
Тип АТС		
Дата изготовления АТС		
Измерение параметров эффективности тормозных систем АТС: проверка работоспособности датчика замедления проверка работоспособности датчика линейного отклонения проверка работоспособности датчика усилия усилие нажатия на педаль, Н длина тормозного пути, м начальная скорость замедления, км/ч время срабатывания тормозной системы, с		

Примеры отображения значений параметров, полученных при диагностировании, приведены в таблице и рисунках прил. А.

Содержание отчета

1. Номер, название и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание хода проведения лабораторной работы и определения данных для оценки эффективности тормозной системы.

3. Нормативные значения параметров тормозной системы автомобиля, который использовался при проведении лабораторной работы.

4. Рисунки или фотографии мест крепления прибора и приспособлений, которые использовались в экспериментальной части лабораторной работы для исследования эффективности тормозной системы автомобиля.

5. Рисунки или фотографии, отображающие этапы проведения лабораторной работы.

6. Заполненная табл. 3.1 и выводы о техническом состоянии тормозной системы автомобиля, который использовался в исследовании.

Контрольные вопросы

1. Назначение диагностической системы «Эффект».

2. Какие измерения позволяет выполнить диагностическая система «Эффект»?

3. Строение диагностической системы «Эффект».

4. Технические характеристики диагностической системы «Эффект».

5. Последовательность установки на автомобиль диагностической системы «Эффект».

6. Последовательность подготовки диагностической системы к работе.

7. Последовательность проведения диагностирования эффективности действия тормозной системы автомобиля с помощью системы «Эффект»?

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Цель работы: получение навыков по определению шероховатости дорожного покрытия и оцениванию результатов измерений.

Задачи работы

1. Изучение методов оценивания шероховатости поверхности.
2. Исследование необходимого участка поверхности дорожного покрытия и измерение промежуточных данных.
3. Расчеты шероховатости и составление отчета.

Организация проведения работы

К выполнению работы допускаются студенты, которые ответили на контрольные вопросы и прошли инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных работ. Работа выполняется группой студентов (три исполнителя). Для определения шероховатости дорожного покрытия необходимо приготовить: песок, емкость для песка (объем 30–50 см³), линейки большой длины или шпатель. Измерения следует провести на одном месте не менее трех раз.

После выполнения работы необходимо составить отчет и защитить его. Студенты, которые не защитили отчеты, не допускаются к выполнению следующей работы.

Теоретическая часть

Методы косвенной оценки сопротивления скольжению дорожных покрытий разных типов возникли в процессе разработки

новых технологических образцов устройства нескольких покрытий. Перед исследователями автомобилей и дорог возник вопрос выяснения зависимости коэффициента сцепления от шероховатости поверхности дорожных покрытий. Возникла проблема оценивания шероховатости и выяснение влияния разных типов покрытия на величину коэффициента сцепления. Поэтому научно-исследовательские организации разных стран провели большую работу по поискам наиболее рациональных способов оценивания шероховатости дорожных покрытий.

Вопрос выбора материалов и технологии выполнения покрытий, которые характеризуются повышенным коэффициентом сцепления, до сих пор полностью еще не решен. Обоснованному выбору устройства покрытий наиболее рациональной текстуры препятствует отсутствие простых, но надежных способов оценивания шероховатости дорожных покрытий. Существующие многочисленные методы оценивания шероховатости дорожных покрытий, к сожалению, имеют некоторые серьезные недостатки, которые обуславливают их довольно ограниченное распространение.

В разных областях промышленности, связанных с оценкой состояния поверхности изделий, разработаны многочисленные приборы и методы. Самое большое распространение получили конструкции, в основу которых положено изучение сечения поверхности изделий оптическим методом или с использованием щупов. Все указанные приборы в основном предназначены для измерения технического состояния металлических, деревянных и стеклянных поверхностей. В терминологии есть ряд неточностей. Для оценивания шероховатости поверхностей рассматривают реальную, геометрическую и измеренную поверхности, а также их реальный, геометрический и измеренный профили.

Под термином *«реальная поверхность»* понимают ограничивающую объект от окружающей среды поверхность, которая образовывается в процессе изготовления данного объекта (рис. 4.1).

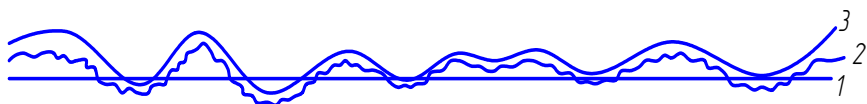


Рис. 4.1. Основные элементы шероховатой поверхности:
 1 – геометрическая поверхность; 2 – реальная поверхность;
 3 – измеренная поверхность

Поверхность заданной геометрической формы, которая не имеет неровностей и отклонений, называют *геометрической поверхностью*. Поверхность, полученная в процессе измерения профиля реальной поверхности, называется *измеренной поверхностью*.

Сечение геометрической и измеренной поверхностей плоскостями, ориентированными в заданном направлении относительно геометрической поверхности, соответственно называют реальным, геометрическим и измеренным профилями. Выступы и впадины на реальной поверхности называют неровностями. Графическое изображение измеренного профиля называют *профилограммой*.

К параметрам, которые характеризуют шероховатость поверхности, относят также степень неровностей, обусловленную расстоянием между вершинами характерных неровностей измеренного профиля, и длину участка поверхности, избранную для измерения шероховатости (так называемую базовую длину), которая представляет собой показатель для отделения характеристик шероховатости от волнистости.

Согласно приведенной выше терминологии под *шероховатостью поверхности* принято понимать совокупность неровностей с относительно малыми расстояниями между выступами, которые характеризуют рельеф поверхности. В зависимости от характера неровностей и их относительного расположения шероховатость измеряют в пределах участка определенной длины – базы.

Для количественной оценки шершавости выбирают один из трех методов:

- метод средней линии;
- метод линии, которая огибает;
- метод различий.

Наиболее распространенным и теоретически обоснованным является метод средней линии, к оцениванию шероховатости которым приспособлено большинство из существующих приспособлений со щупами и оптических приборов.

Метод средней линии состоит в определении местоположения линии, которая имеет форму геометрического профиля и делит измеренный профиль так, что сумма квадратов расстояний точек профиля от этой линии в пределах базовой длины минимальная. К преимуществам метода необходимо отнести свойства средней линии, которая при измерениях представляет собой базу для определения числовых значений шероховатости, имеет направление измеренного профиля и разделяет этот профиль так, что площади, заключенные между средней линией и линиями профиля по обе стороны от нее, в пределах базовой длины равны между собой.

В зависимости от необходимой точности измерения положения средней линии ее определяют методом наименьших квадратов, планиметрированием профилограммы или другим способом, проводя ее приблизительно.

Из перечисленных способов самая большая точность, но при этом и самая большая трудоемкость, присуща первому варианту.

Анализ перечисленных выше общепринятых методов измерения шероховатости поверхности и параметров для ее количественной оценки указывает на некоторое сходство теоретического обоснования методов средней линии и огибающей линии. Однако практически метод огибающей линии пока что не нашел широкого распространения, а потому приборы для измерения шероховатости этим методом еще не разработаны. Все существующие приборы для оценки шероховатости поверхности изготовлены для измерений относительно гладких поверхностей деталей из металла, пластмассы, стекла, дерева

и других материалов после тщательной их обработки. В связи с большим отличием поверхности дорожного покрытия от промышленной продукции, для оценки качества обработки которой разработаны приборы, применение их в дорожных исследованиях без принципиальной переработки очень ограничено. Кроме того, основная масса приборов предназначена для измерений в лабораторных условиях поверхностей, шероховатость которых изменяется в узком интервале – от 2 до 0,003 мм. Для оценки шероховатости дорожных покрытий в лабораторных условиях приборами, которые серийно выпускаются промышленностью, могут найти применение только приборы ТСП-4 и им подобные, предназначенные для измерений в пределах от 2 мм до 0,2 мк. Настолько незначительную шероховатость имеют лишь асфальтобетонные и цементобетонные покрытия. Поэтому научно-исследовательские дорожные организации в последние годы были заняты разработкой новых приборов, которые позволяют оценивать не только гладкие, но и грубые шероховатые поверхности.

Для практической оценки шероховатости нашли применение разные способы (прил. Б), из которых необходимо выделить следующие: «песчаного пятна», отражений, слепков, стереофотографии, механической записи, оптической, ультразвуковой, обработки статистических данных по аварийности.

Практическая часть

Необходимо провести оценивание шероховатости поверхности с помощью способа «песчаного пятна» (прил. В). На поверхность, которая исследуется, рассыпается определенный объем мелкого песка (крупность частиц 0,15–0,30 мм). В данной работе для одного «песчаного пятна» используется 200 см³ песка. Песок разравнивается линейкой большой длины или шпателем в уровень с поверхностью отдельных выступов дорожного покрытия. Пятну придается форма круга, у которого измеряют диаметр. Измерения выполняют не менее трех раз для каждого

из «песчаных пятен», размещенных на расстоянии 0,5–1 м между собой. Результаты измерений фиксируют в таблице (пример в табл. 4.1). При разравнивании песка на площади круга обычно остаются отдельные незаполненные участки. Поэтому при окончательном определении получаются немного заниженные значения шероховатости.

Таблица 4.1

Экспериментальные данные (пример)

Номер «песчаного пятна»	Измеренные диаметры «песчаного пятна», см				Средний диаметр «песчаного пятна», см	Шероховатость
1	29	28	28,5	30	28,88	0,076
2	30	31	30,5	29,5	30,25	0,070
3	22	21,5	22,5	21,5	21,87	0,133
4	28	29	28,5	29	28,63	0,078

К преимуществам этого способа следует отнести простоту методики измерения и отсутствие необходимости в сложном и громоздком оборудовании.

К недостаткам способа можно отнести необходимость закрытия движения на время проведения измерений и относительную трудоемкость выполнения измерений.

Измерения, проведенные в некоторых странах, указывают на определенную зависимость между величиной коэффициента сцепления и шероховатостью покрытия, которая получена способом «песчаного пятна».

Диаметр пятна зависит от степени шероховатости покрытия и может изменяться в значительных границах. В табл. 4.2 приведены значения диаметра песчаного пятна и относительной шероховатости.

Таблица 4.2

Диаметр песчаного пятна и относительная шероховатость

Тип покрытий	Диаметр пятна, см	Относительная шероховатость
Холодный асфальтобетон	72	0,089
Песчаный асфальтобетон	58	0,137
Цементобетон гладкий	52	0,170
Цементобетон шероховатый	45	0,316
Асфальтобетон гладкий	48	0,201
Асфальтобетон шероховатый	25	0,734

Шероховатость рассчитывается по следующей формуле:

$$H = \frac{4V}{\pi D^2},$$

где V – объем песка, см³;

D – диаметр пятна, см.

Результаты фиксируют в отчете (см. табл. 4.1). Также в отчете по лабораторной работы № 4 должны быть фотографии.

Содержание отчета

1. Номер, название и цель лабораторной работы.
2. Краткое описание методов оценки шероховатости поверхности.
3. Описание проведенного исследования; характеристика поверхности участка, на котором проводилось экспериментальное испытание; необходимые расчеты и отображение результатов в таблице (см. табл. 4.1).
4. Рисунки или фотографии, которые отображают определенные стадии исследования (их сравнение).
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Термин «шероховатость поверхности».
2. Определение понятия «реальная поверхность».
3. Что называют профилограммой?
4. Что относят к параметрам, которые характеризуют шероховатость поверхности?
5. Перечень и сущность методов оценивания шероховатости поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Примеры отображения значений диагностических параметров по результатам оценивания эффективности действия тормозной системы

Приведены измерения, выполненные при диагностировании эффективности действия тормозной системы, которые получены студентами на площадке. Поверхность площадки имеет асфальтобетонное покрытие.

Проведено оценивание эффективности действия тормозной системы автомобиля ВАЗ-21010.
Водитель: студент Дудник С. А.

Таблица А1

Значение диагностических параметров

Наименование показателя	Номера заездов при диагностировании														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Длина тормозного пути фактическая S_f , м	19,7	12,6	33,6	18,1	11,6	18,5	33,1	36,2	38	25,3	28,1	34,2	17,4	42	27
Пересчитанная длина тормозного пути S_{tr} , м	15,1	13,2	16,4	18	11,9	15,7	15,5	16,4	15,4	16,3	16,6	16,5	14,6	16,3	16,1
Постоянное замедление J , м/с ²	7,43	6,28	6,21	6,79	6,4	6,69	6,15	6,79	6,79	6,34	6,47	7,05	6,57	6,34	6,21
Начальная скорость замедления V_0 , км/ч	40,8	37,7	42,7	45,1	35,5	41,8	41,4	42,8	41,2	42,7	43,1	42,9	40	42,6	42,3
Время действия тормозной системы t , с	1,05	0,45	1,95	0,67	1,7	0,96	2,1	2,32	2,55	1,27	1,57	2,77	0,75	2,7	1,5
Усилие действия на педаль F , кгс	50	52	35	38	64	66	71	71	63	36	47	39	54	47	39
Линейное отклонение, м	0,99	6,37	0,5	0,23	1,59	1,15	0,6	0,39	0,61	0,62	1,33	0,89	0,86	0,41	0,46
Многочисленность экипажа автомобиля, чел.	2		3			4					5				

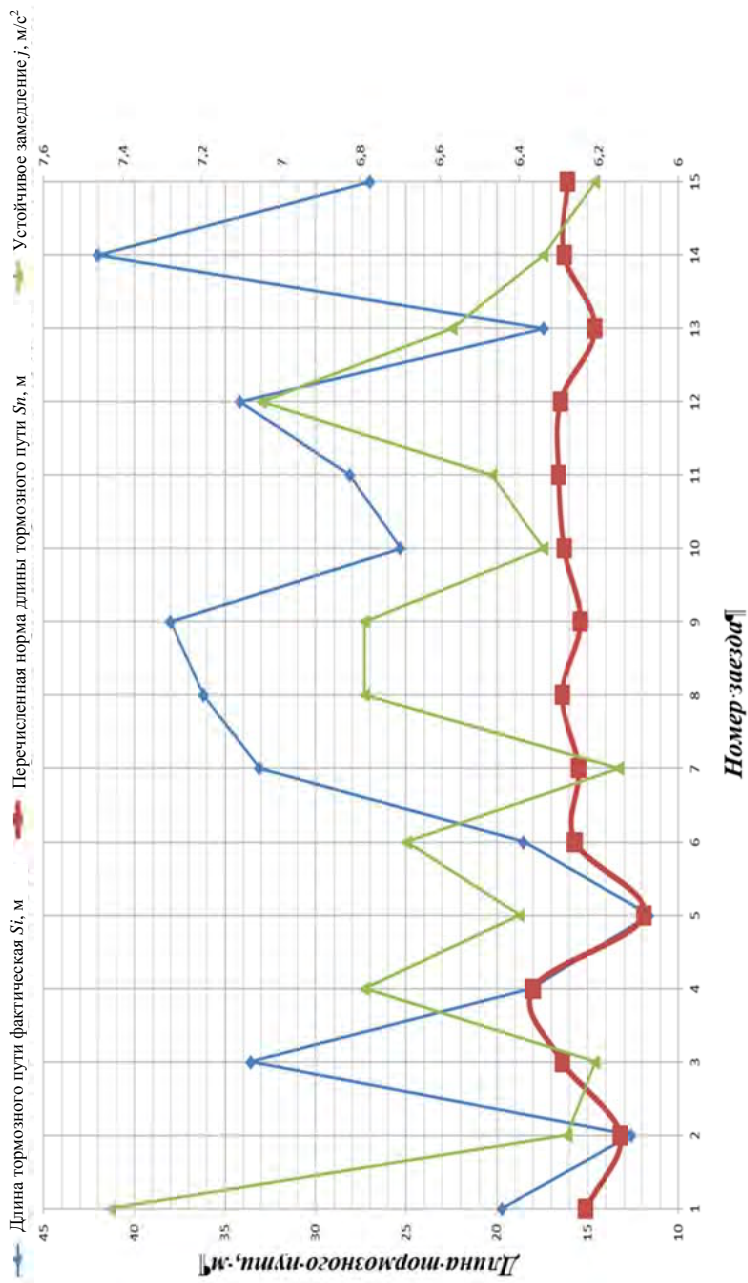


Рис. А.1. Динамика изменения значений параметров эффективности действия тормозной системы (тормозной путь)

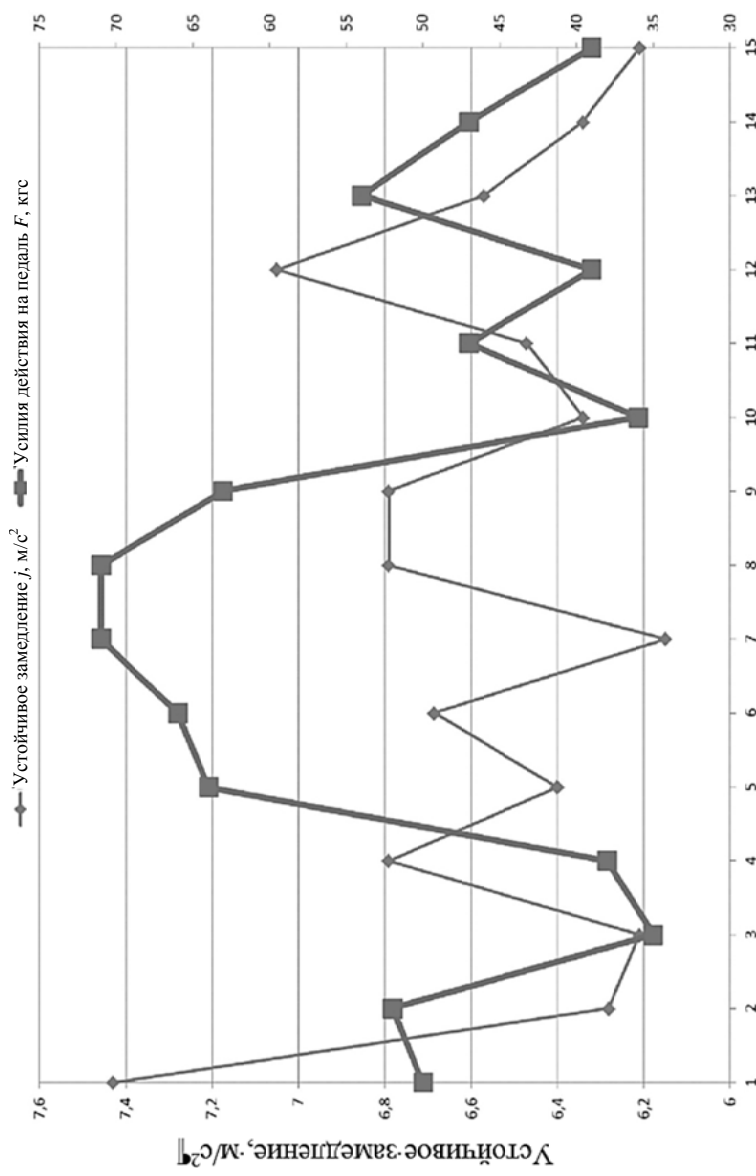
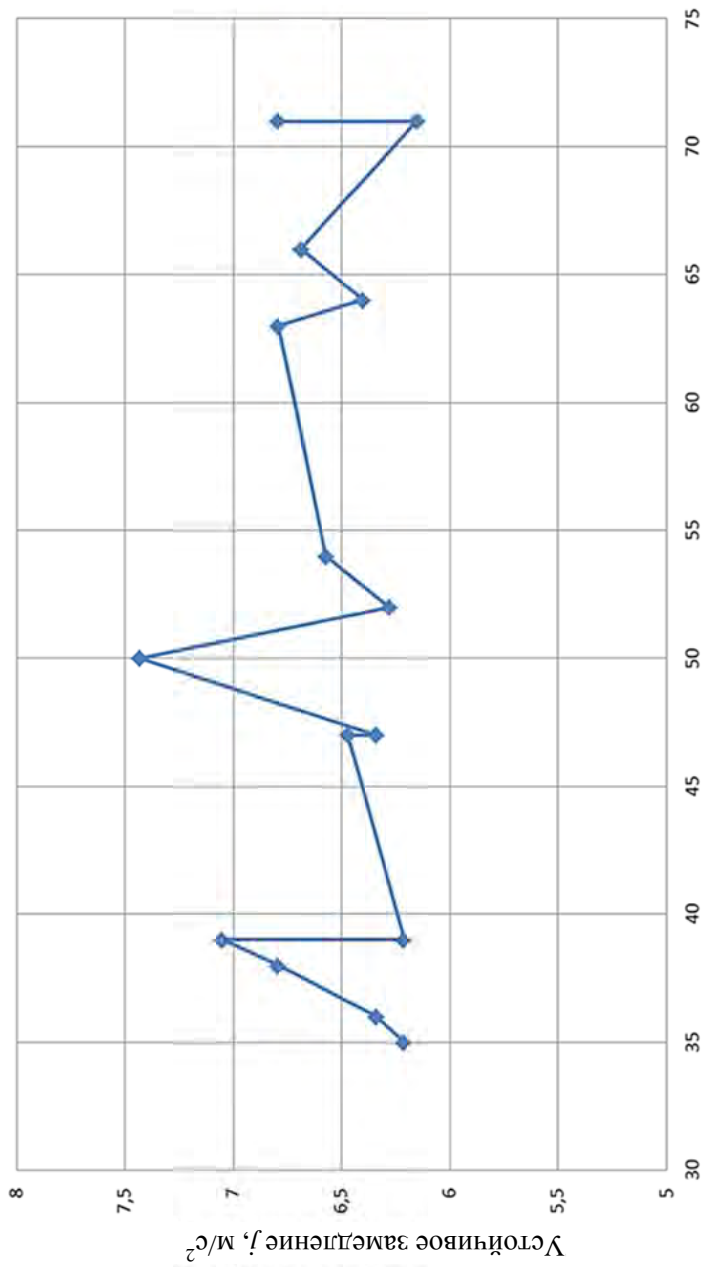


Рис. А2. Динамика изменения значений параметров эффективности действия тормозной системы (постоянное замедление, усилие действия на педаль)



Усилие действия на педаль F , кгс

Рис. А3. Зависимость постоянного замедления от усилия действия на педаль при устойчивом движении

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Методы определения шероховатости дорожного покрытия

Для проведения экспериментального испытания курсовой устойчивости движения (КУД) в дорожных условиях необходима оценка шероховатости дорожного покрытия, которая позволяет характеризовать сцепление эластичного колеса с опорной поверхностью.

Шероховатость поверхности дорожного покрытия образуется за счет равномерно чередующихся выступов скелетных частиц и впадин между ними, а также собственной шероховатости выступов и впадин или специально созданных бороздок на поверхности покрытия.

Метод определения шероховатости должен отвечать определенным требованиям:

- простота измерительных приборов и оснащения, доступность материала и оборудования;
- погрешность измерений не должна превышать заданного уровня;
- использование передовыми фирмами при испытании автомобилей;
- несложный технологический процесс.

Параметры шероховатости (текстуры) поверхности дорожных покрытий можно измерить разными методами:

- оптическим;
- ультразвуковым;
- лазерным;
- стереофотографическим;
- контактным.

Сущность оптического, ультразвукового и лазерного методов состоит в оценивании энергии, отраженной от поверхности, которая исследуется, светового луча, луча с ультразвуковой частотой колебаний, луча лазера. Метод стереофотографии

предусматривает фотографирование поверхности с двух разных точек, которое позволяет при обработке фотографии на стереоскопе получить объемное изображение и оценить шероховатость по среднему расстоянию между выступами. Контактный метод основан на тестировании неровностей поверхности щупом с дальнейшим преобразованием механических колебаний в электрические (или без такого преобразования).

Ниже приведен анализ ряда методов, которые используются для проведения практического эксперимента.

Приборы контактного типа

С помощью приборов контактного типа обеспечивается возможность копирования контуров поверхности и определение числовых значений параметров шероховатости. Принцип работы таких приборов основан на тестировании неровностей поверхности щупом со следующим копированием контуров шероховатости на миллиметровую бумагу или преобразованием механических колебаний в электрические. После обработки полученных профилограмм определяют числовые значения параметров шероховатости.

Прибор игловой типа ПКШ-4

Игловой прибор ПКШ-4 (рис. Б1) состоит из тонких игл 1, закрепленных между зажимными планками 2. Снизу планок размещены сопротивления 3.

При измерении неровностей прибор ПКШ-4 устанавливают на дорожное покрытие и слегка вдавливают так, чтобы иглами прибора точно копировался рельеф поверхности дорожного покрытия. Полученный микропрофиль переносят на миллиметровую бумагу и определяют высоту выступов, средний шаг и средний угол в окрестности вершины. Измерения проводят дважды: с установкой прибора вдоль оси дороги и перпендикулярно к ней.

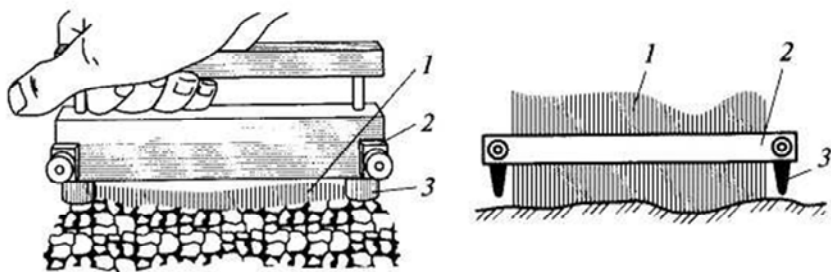


Рис. Б1. Прибор ПКШ-4

Магнитный прибор Ю. С. Карых

В магнитном приборе для измерения средней глубины впадин неровностей (рис. Б2) используют мелкие металлические шарики.

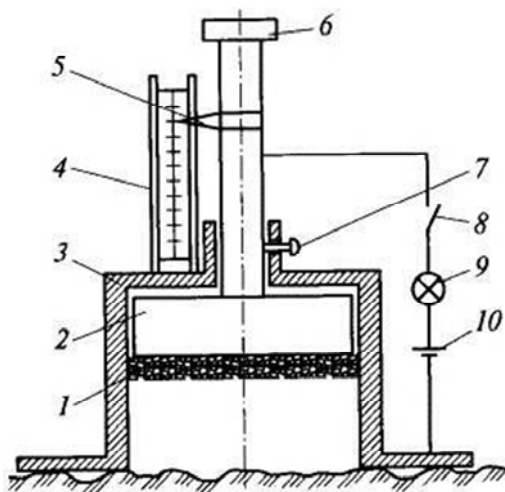


Рис. Б2. Магнитный прибор Ю. С. Карых для измерения средней глубины впадин макрошероховатости покрытия:

- 1 – металлические шарики; 2 – магнит; 3 – корпус; 4 – шкала;
- 5 – указатель средней глубины впадин; 6 – шток с ручкой;
- 7 – стопорный винт; 8 – включатель электрической сети;
- 9 – лампочка-сигнализатор; 10 – источник тока (12 В)

При проведении испытания прибор устанавливают на поверхность дороги, при этом мелкими металлическими шариками заполняют все впадины шероховатости в пределах внутреннего диаметра цилиндра, которые распределяются по поверхности покрытия внутри корпуса. Под действием магнита сохраняют форму неровностей макрошероховатости, и по шкале определяют среднюю глубину шероховатости. После получения оценки прибор переносят на новую точку измерений.

Профилограф

Действие профилографа (рис. Б3) основано на тестировании поверхности дорожного покрытия специальным щупом и вычерчивании профиля неровностей на миллиметровой бумаге. По полученному микропрофилю определяют среднюю высоту выступов, средний шаг, средний угол в окрестности вершины выступов.

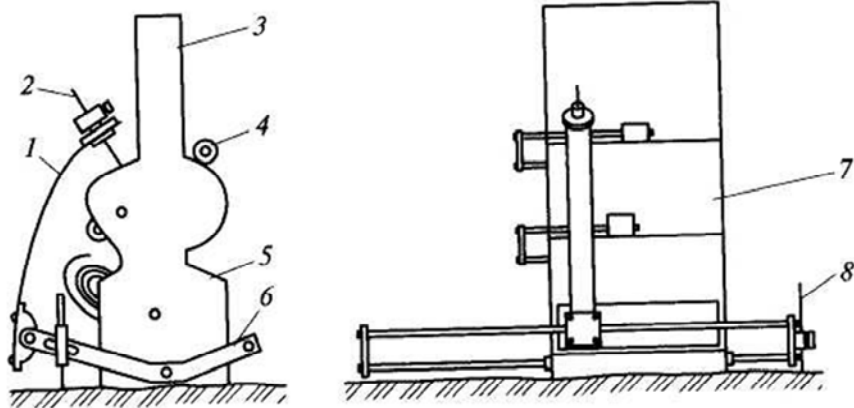


Рис. Б3. Профилограф Союздорнии:

- 1 – плечо-коромысло; 2 – карандаш; 3 – ручка прибора;
- 4 – прижимной ролик; 5 – корпус прибора; 6 – передвижная рамка;
- 7 – вал с бумагой; 8 – игла-щуп

Комплект «песчаное пятно»

Комплект «песчаное пятно» представляет собой оборудование, которое включает: мерную емкость объемом не меньше 20 см^3 , плоский диск (штамп) диаметром 10 см для распределения песка, мерную линейку длиной не менее 30 см, щетку. Для измерений необходим материал: чистый естественный песок в воздушно-сухом состоянии (размер частиц не больше 0,2–0,3 мм), гипс или быстротвердеющий цемент и вода. При проведении измерений на поверхность покрытия высыпается определенный объем песка ($20\text{--}50 \text{ см}^3$), и с помощью штампа равномерно распределяют его вровень с поверхностью выступов шероховатости, придавая песчаному пятну форму круга (прямоугольника или квадрата). С учетом объема песка и занятой им площади определяют среднюю глубину впадин.

При необходимости определения высоты выступов (предложено Л. Г. Паниной) оконтуривают поверхность, занятую песком, удаляют его из впадин макрошероховатости с помощью щетки и смазывают очищенную поверхность покрытия техническим глицерином.

Потом снимают слепок с покрытия: изготавливают редкое тесто из гипса, цемента, который быстро твердеет, или другого аналогичного материала, распределяют его по поверхности дороги пластом 1,0–1,5 см. Через 5–7 мин слепок отделяют от покрытия и выдерживают 10–15 мин до затвердения.

После этого определяют объем углублений шероховатости (численно равняется объему выступов шероховатости) по методу «песчаного пятна» и рассчитывают среднюю высоту выступов.

Прибор лазерного типа

Лазерный профилограф (с разрешительной способностью 1–500 мкм и погрешностью 1 мкм) МАДИ (рис. Б4) работает по принципу тестирования поверхности (сканирование) лучом

лазера, а фотовоспринимающее устройство измеряет диффузную составляющую отраженного светового потока.

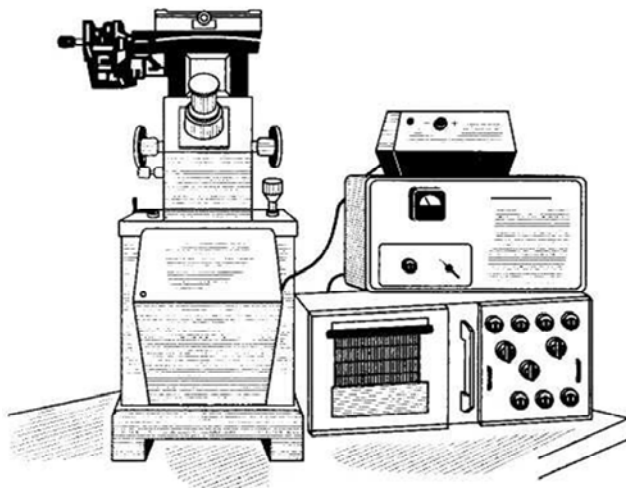


Рис. Б4. Лазерный профилограф МАДИ

Макрошероховатость поверхности покрытия оценивают путем проведения измерений на участках длиной 1, 50 и 1000 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Оценивание шероховатости дорожного покрытия методом «песчаного пятна»

(Пример оценивания приведен по результатам работы
магистранта Романенко М. В.)

Метод «песчаного пятна», который отвечает необходимым требованиям, используется в Германии. Для определения шероховатости дорожного покрытия необходимы измерительные инструменты, материал и оснащение: рулетка, линейка, песок, емкость для песка, линейка.

Последовательность оценивания шероховатости:

– для определения шероховатости дорожного покрытия выбираются несколько произвольно взятых участков дороги, на которой выполняется эксперимент; в примере выбраны три участка (рис. В1);

– набирается песок в специальную емкость, которая имеет тарированный объем (200 см³);

– высыпается песок в форме конуса (рис. В2, а) на выбранный участок; линейка устанавливается горизонтально на вершину конуса (в центр будущего песчаного пятна) шкалой перпендикулярно к опорной поверхности и начинаются вращательные движения кистью руки (рис. В2, б), тем самым стараются получить круг с одинаковым диаметром в одной плоскости; песок разравнивается линейкой большой длины или шпателем в уровень с поверхностью отдельных выступов покрытия;

– пятну придается форма круга, у которого измеряют диаметр (рис. В2, в);

– измерения повторяют не менее четырех раз для каждого «песчаного пятна»;

– результаты измерений фиксируют в табл. В1.

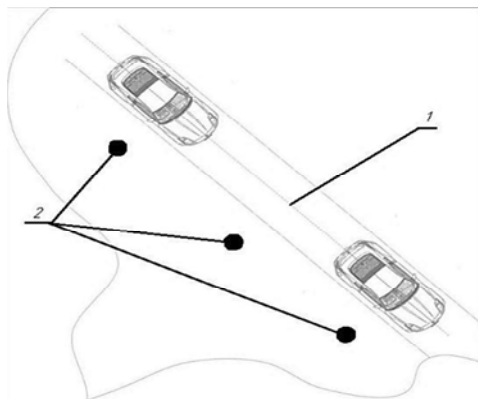


Рис. В1. Визуализация фрагмента испытательной площадки, на которой оценивается шероховатость покрытия:
 1 – траектория движения центра масс автомобиля;
 2 – три «песчаные пятна» (круги), которые предназначены для измерения их диаметра

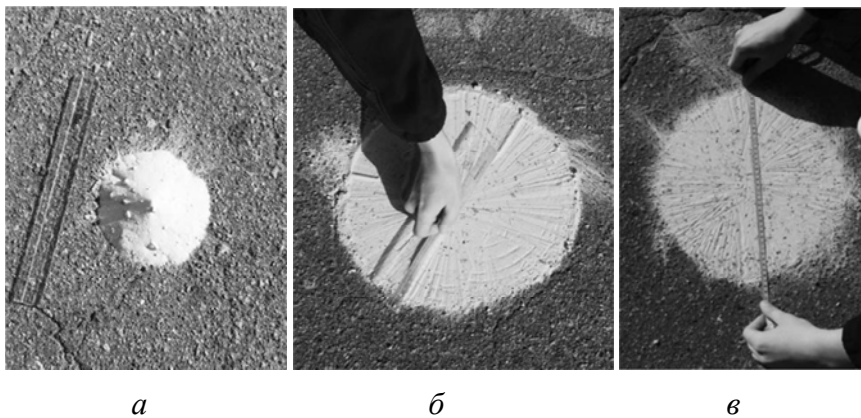


Рис. В2. Стадии подготовки и измерения шероховатости дорожного покрытия

Таблица В1

Экспериментальные данные и рассчитанные величины

Номера «песчаных пятен»	Значения измеренных диаметров «песчаного пятна», см				Средний диаметр «песчаного пятна», см	Относи- тельная шерохо- ватость
	D_1	D_2	D_3	D_4		
1	37,0	33,5	36,7	33,0	35,050	0,103
2	44,5	46,0	45,8	46,0	45,575	0,061
3	28,0	29,0	29,0	29,0	28,750	0,154

Пример определения конкретных величин шероховатости приведен ниже.

Шероховатость рассчитывается по следующей формуле:

$$H = \frac{4V}{\pi D_{cp}^2},$$

где V – объем песка, см³ (100 см³);

D_{cp} – средний диаметр пятна, см.

Средний диаметр пятна равняется

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4},$$

где D_1, D_2, D_3, D_4 – диаметры одного песчаного пятна, которые отвечают четырем измерениям.

Средние диаметры рассчитаны и приведены выше (см. табл. В1):

$$D_{cp1} = \frac{37 + 33,5 + 36,7 + 33}{4} = 35,05 \text{ см};$$

$$D_{cp2} = \frac{44,5 + 46 + 45,8 + 46}{4} = 45,575 \text{ см};$$

$$D_{\text{ср3}} = \frac{28 + 29 + 29 + 29}{4} = 28,75 \text{ см.}$$

Тогда шероховатость дорожного покрытия будет соответственно равняться:

$$H_1 = \frac{4V}{\pi D_{\text{ср1}}^2} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 35,05^2} = 0,1036942;$$

$$H_2 = \frac{4V}{\pi D_{\text{ср2}}^2} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 45,575^2} = 0,0613306;$$

$$H_3 = \frac{4V}{\pi D_{\text{ср3}}^2} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 28,75^2} = 0,1541185.$$

Все результаты расчетов диаметра и шероховатости приведены в табл. В2.

Диаметр пятна зависит от степени шероховатости покрытия. Его величина может изменяться в значительных границах. В табл. В2 приведены значения диаметра песчаного пятна и относительной шероховатости по данным профессора М. С. Замахаева.

Таблица В2

Диаметр песчаного пятна и относительная шероховатость

Тип покрытия	Диаметр пятна, см	Относительная шероховатость
Холодный асфальтобетон	72	0,089
Песчаный асфальтобетон	58	0,137
Цементобетон гладкий	52	0,170
Цементобетон шероховатый	45	0,316
Асфальтобетон гладкий	48	0,201
Асфальтобетон шероховатый	25	0,734

По результатам расчетов шероховатости дорожного покрытия площадки для проведения испытания автомобиля можно сделать следующие выводы:

- из совокупности возможных факторов на сцепление колес автомобиля с дорожным покрытием самое большое влияние имеет шероховатость поверхности;

- песчаные пятна 2 (см. рис. В1) имеют разные диаметры и неодинаковые относительные шероховатости;

- шероховатость дорожного покрытия по своим показателям отвечает трем типам покрытия: холодный асфальтобетон, песчаный асфальтобетон, цементобетон гладкий;

- если экспериментальное испытание планируется проводить на всей плоскости покрытия площадки (см. рис. В1), то можно принять среднее значение шероховатости $H_{cp} = 0,106$ – это отвечает покрытию из песчаного асфальтобетона.

Учебное издание

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ
НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ**

Практикум

для студентов специальностей 1-37 01 08
«Оценочная деятельность на автомобильном транспорте»,
1-44 01 01 «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»
и 1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

Составитель

МАКАРОВ Владимир Андреевич

Редактор *Т. В. Грищенкова*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 23.03.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,36. Тираж 100. Заказ 794.

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.