

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Автомобильные дороги»

С. Н. Соболевская
Е. П. Ходан

ДИАГНОСТИКА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Пособие
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2020

УДК 625.7(075.8)

ББК 39.311я7

С54

Рецензенты:

главный научный сотрудник ГП «БелдорНИИ»,
доктор технических наук *В. Н. Яромко*;
заведующий кафедрой геотехники и транспортных коммуникаций
УО «Брестский государственный технический университет»,
кандидат технических наук, профессор *П. В. Шведовский*

Соболевская, С. Н.

С54 Диагностика автомобильных дорог : пособие для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / С. Н. Соболевская, Е. П. Ходан. – Минск : БНТУ, 2020. – 72 с.
ISBN 978-985-583-156-4.

В пособии изложены основные положения, касающиеся диагностики автомобильных дорог, приведены требования к состоянию покрытий при строительстве, ремонте и в процессе эксплуатации. Описание методов измерений транспортно-эксплуатационных характеристик представлено в соответствии с действующими техническими нормативно-правовыми актами. Представлен справочный материал, предназначенный для использования при оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

УДК 625.7(075.8)
ББК 39.311я7

ISBN 978-985-583-156-4

© Соболевская С. Н., Ходан Е. П., 2020
© Белорусский национальный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
Лабораторная работа № 1	
Методы учета интенсивности транспортного потока.....	11
Лабораторная работа № 2	
Определение характеристик транспортного потока	21
Лабораторная работа № 3	
Порядок определения геометрических элементов автомобильных дорог.....	33
Лабораторная работа № 4	
Оценка прочности нежестких дорожных одежд	39
Лабораторная работа № 5	
Оценка ровности дорожного покрытия.....	47
Лабораторная работа № 6	
Оценка сцепных качеств дорожного покрытия	55
Лабораторная работа № 7	
Оценка состояния дорожного покрытия по дефектности.....	69

ПРЕДИСЛОВИЕ

К современным транспортным коммуникациям предъявляются различные и вместе с тем всегда достаточно высокие требования. Дороги должны быть удобными для водителей и пассажиров, надежными при эксплуатации в течение круглого года, безопасными для всех пользователей, экологически безвредными для окружающей их природы и жителей на прилегающих территориях. Автомобильный транспорт неразрывно связан с автомобильными дорогами, их техническими параметрами и эксплуатационными качествами, которые оцениваются в процессе диагностики.

Учебным планом подготовки инженеров по специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» предусмотрено изучение дисциплины «Диагностика автомобильных дорог». Изучение дорожной диагностики позволяет студентам приобрести знания и навыки объективной оценки состояния дорог и обоснованного принятия решений о проведении дорожных работ.

Целью настоящего пособия является изучение приборов и оборудования, формирование и закрепление у студентов знаний и практических навыков по определению транспортно-эксплуатационных характеристик и требований к покрытиям проезжей части автомобильных дорог по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, которые должны соответствовать действующим техническим нормативно-правовым актам.

При составлении пособия использованы технические нормативно-правовые акты, действующие в Республике Беларусь, учтены новейшие научные исследования, проводимые в Республике Беларусь, странах СНГ и за рубежом.

Авторы выражают благодарность рецензентам – доктору технических наук, главному научному сотруднику ГП «БелдорНИИ» В. Н. Яромко и кандидату технических наук, профессору, заведующему кафедрой геотехники и транспортных коммуникаций УО «Брестский государственный технический университет» П. В. Шведовскому за замечания и пожелания, которые были ими сформулированы при рецензировании.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги Республики Беларусь включают в себя автомобильные дороги общего и необщего пользования, которые могут находиться в государственной или частной собственности. *Автомобильная дорога общего пользования* предназначена для использования любыми лицами с учетом требований, установленных законодательством Республики Беларусь. *Автомобильная дорога необщего пользования* предназначена для использования в порядке, определяемом ее владельцем с учетом требований, установленных законодательством Республики Беларусь.

Автомобильные дороги общего пользования в зависимости от функционального назначения подразделяются на республиканские и местные автомобильные дороги.

К *республиканским автомобильным дорогам* относятся автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог, а также автомобильные дороги, обеспечивающие транспортные связи:

- города Минска – с административными центрами областей, Национальным аэропортом «Минск»;
- административных центров областей между собой;
- административных центров областей с аэропортами, находящимися вне их городской черты, и административными центрами районов;
- административных центров районов между собой по одному из направлений;
- городов областного подчинения с административным центром области, на территории которой эти города расположены;
- железнодорожных станций (внеклассных и I класса), расположенных вне городов, пунктов пропуска через государственную границу Республики Беларусь, а также иных объектов, имеющих государственное значение, с республиканскими автомобильными дорогами.

К *местным автомобильным дорогам* относятся автомобильные дороги, обеспечивающие транспортные связи:

- административных центров сельсоветов, городов районного подчинения, городских, курортных и рабочих поселков, сельских населенных пунктов с административными центрами районов, на

территории которых они расположены, а также городов районного подчинения, городских, курортных и рабочих поселков между собой и с ближайшими железнодорожными станциями, аэропортами, речными портами и пристанями, находящимися вне городской черты;

– мест массового отдыха, туризма, спортивных комплексов, курортов, парков, больниц, школ-интернатов, домов отдыха, оздоровительных лагерей, кладбищ, культурных, историко-культурных ценностей и памятников природы с административными центрами областей и районов, на территории которых находятся эти объекты, а также с ближайшими железнодорожными станциями, аэропортами, речными портами, пристанями и республиканскими автомобильными дорогами;

– административных центров сельсоветов между собой, сельских населенных пунктов (в том числе дороги, проходящие по территории этих населенных пунктов) с автомобильными дорогами общего пользования;

– районов индивидуального жилищного строительства, расположенных в сельской местности (включая основные проезды по данным районам), и садоводческих товариществ с автомобильными дорогами общего пользования.

К *автомобильным дорогам необщего пользования* относятся автомобильные дороги, предназначенные для внутривозвращенных и технологических перевозок, служебные и патрульные автомобильные дороги вдоль каналов, трубопроводов, линий электропередачи, других коммуникаций и сооружений, а также служебные автомобильные дороги к гидротехническим и иным сооружениям.

Автомобильные дороги общего пользования должны иметь наименования и номера, автомобильные дороги необщего пользования – наименования. Наименование дороги общего пользования включает в себя названия ее начального и конечного населенных пунктов в границах Республики Беларусь, а при необходимости – названия промежуточных населенных пунктов. Наименование также может включать в качестве названий начального и конечного пунктов названия географических, исторических или иных объектов.

Номер автомобильной дороги общего пользования состоит из буквы алфавита и группы цифр, которые указываются на информационно-указательных дорожных знаках, картах и в атласах.

Наименования и номера международных автомобильных дорог утверждаются Советом Министров Республики Беларусь в соответствии с международными договорами Республики Беларусь. Наименования и номера республиканских автомобильных дорог утверждаются республиканским органом государственного управления в области автомобильных дорог и дорожной деятельности. Наименования и номера местных автомобильных дорог утверждаются областными исполнительными комитетами по согласованию с республиканским органом государственного управления в области автомобильных дорог и дорожной деятельности. Наименования автомобильных дорог необщего пользования утверждаются областными исполнительными комитетами по представлениям владельцев автомобильных дорог.

В зависимости от эксплуатационных характеристик, геометрических параметров и условий дорожного движения автомобильные дороги классифицируются по категориям и классам (в соответствии с ТКП 45-3.03-19).

Класс автомобильной дороги – характеристика автомобильной дороги по функциональному назначению, условиям доступа и обеспечиваемому уровню обслуживания. Существуют следующие классы:

1. *Автомагистралю*, предназначенные для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий. Применяют на участках основных республиканских дорог протяженностью не менее 150 км с долей транзита в транспортном потоке более 50 %.

2. *Скоростные автомобильные дороги*, предназначенные для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью. Применяют на республиканских автомобильных дорогах на подходах к крупнейшим городам на расстоянии 40–50 км, подъездах к аэропортам I класса, кольцевым дорогам вокруг крупнейших городов.

3. *Обычные автомобильные дороги*, к которым относятся дороги общего назначения. Применяют на республиканских автомобильных дорогах (кроме автомагистралей и скоростных дорог), а также местных автомобильных дорогах (кроме автомобильных дорог низших категорий).

4. *Автомобильные дороги низших категорий* обеспечивают постоянный подъезд к малым сельским поселениям. Применяют на тупиковых дорогах с незначительной интенсивностью движения.

Категория автомобильной дороги – характеристика автомобильной дороги, определяющая ее технические параметры в зависимости от принадлежности к соответствующему классу и расчетной интенсивности движения. Классифицируются дороги по следующим категориям:

Ia категория – автомагистраль с расчетной интенсивностью движения свыше 8000 ед./сут;

Iб категория – скоростные дороги с расчетной интенсивностью свыше 10 000 ед./сут;

Iв категория – обычные дороги с интенсивностью движения свыше 10 000 ед./сут;

II категория – обычные дороги с интенсивностью движения на республиканских дорогах от 5000 до 10 000 ед./сут, а на местных дорогах – свыше 7000 ед./сут;

III категория – обычные дороги с интенсивностью движения на республиканских дорогах от 2000 до 5000 ед./сут, а на местных дорогах – от 3000 до 7000 ед./сут;

IV категория – обычные дороги с интенсивностью движения на республиканских дорогах от 200 до 2000 ед./сут, а на местных дорогах – от 400 до 3000 ед./сут;

V категория – обычные дороги с интенсивностью движения на республиканских дорогах до 200 ед./сут, а на местных дорогах – до 400 ед./сут;

VIa категория – автомобильные дороги низших категорий с интенсивностью движения на местных дорогах – от 25 до 50 ед./сут;

VIб категория – автомобильные дороги низших категорий с интенсивностью движения на местных дорогах – до 25 ед./сут.

Основные параметры поперечного профиля дорожного полотна (согласно ТКП 45-3.03-19) зависят от категории дороги и приведены в табл. В.1.

Таблица В.1

Основные параметры поперечного профиля дорожного полотна

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

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

Уровни требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

Уровень требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог и улиц – показатель, отражающий требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам конструктивных элементов автомобильных дорог, улиц и устанавливаемый с учетом их народнохозяйственного и административного значения, интенсивности движения и природно-климатических факторов (согласно СТБ 1291).

Автомобильные дороги по их народнохозяйственному и административному значению, а также интенсивности движения подразделяются на пять уровней требований к их эксплуатационному состоянию:

1-й уровень требований – республиканские автомобильные дороги, включенные в сеть международных автомобильных дорог; важнейшие республиканские автомобильные дороги, соединяющие г. Минск с административными центрами областей и Национальным аэропор-

том «Минск» и административные центры областей между собой, с интенсивностью движения свыше 3000 физических ед./сут;

2-й уровень требований – республиканские автомобильные дороги, соединяющие административные центры областей с административными центрами районов; подъезды к пограничным пунктам таможенного оформления; местные автомобильные дороги, имеющие важное народнохозяйственное значение, с интенсивностью движения от 1000 до 3000 физических ед./сут;

3-й уровень требований – республиканские автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 1 и 2, соединяющие, как правило, административные центры районов между собой по одному из направлений; местные автомобильные дороги, соединяющие города районного подчинения, поселки городского типа с административными центрами районов, а также с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами с интенсивностью движения от 500 до 1000 физических ед./сут;

4-й уровень требований – местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2 и 3, а также автомобильные дороги, соединяющие центральные усадьбы совхозов и колхозов, административные центры сельсоветов, больницы, культурно-исторические памятники с административными центрами областей и районов и с ближайшими железнодорожными станциями и республиканскими автомобильными дорогами с интенсивностью движения от 100 до 500 физических ед./сут;

5-й уровень требований – местные автомобильные дороги, не отнесенные к уровням требований 2, 3 и 4 с интенсивностью движения до 100 физических ед./сут.

Уровни требований к республиканским автомобильным дорогам и их перечень утверждаются Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь по представлению владельцев автомобильных дорог, а уровни требований к местным автомобильным дорогам и их перечень утверждаются облисполкомами. При установлении уровней требований определяющим фактором является народнохозяйственное и административное значение автомобильных дорог. Уровни требований к автомобильным дорогам утверждаются на срок до пяти лет, но при соответствующем технико-экономическом обосновании уровни требований могут изменяться относительно их народнохозяйственного и административного значения.

Лабораторная работа № 1

МЕТОДЫ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Учет интенсивности движения транспортного потока на автомобильных дорогах предназначены для получения и накопления информации об общем количестве транспортных средств и составе транспортного потока, проходящих в единицу времени через поперечное сечение дороги в каждом из разрешенных направлений движения.

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

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

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

Периодичность проведения учета интенсивности движения должна составлять не менее одного раза в пять лет. На дорогах с переходными и низшими типами дорожной одежды учет интенсивности проводится по необходимости, для обоснования затрат на содержание, капитальный ремонт или реконструкцию дороги.

Для определения интенсивности движения дорожная сеть разбивается на перегоны и подходы к населенным пунктам. Границей перегона или подхода может быть пересечение (примыкание) с другой дорогой, населенный пункт и другие места, где состав и интенсивность движения изменяются более чем на 15 %. На каждом перегоне или подходе определяется место дислокации пункта учета таким образом, чтобы для транспортного потока не было объездных путей. Формируется реестр пунктов учета интенсивности движения, который должен содержать:

- категорию и наименование автомобильной дороги;
- идентификацию пункта учета;

- тип пункта учета;
- месторасположение границ перегонов.

Реестр дополняется дорожной картой района, области, республики, на которой отмечены места дислокации пунктов учета.

При любом методе учета интенсивности движения данные должны содержать информацию, кратную не более 1 ч. При пятилетнем цикле кратковременный учет интенсивности движения должен проводиться один раз в квартал. При интенсивности движения менее 1000 транспортных средств в сутки допускается проводить учет интенсивности движения один раз в полугодие.

На автомобильных дорогах с количеством полос четыре и более учет интенсивности движения следует проводить в прямом и обратном направлениях раздельно. Учет интенсивности движения следует проводить в рабочие дни недели. Учет интенсивности движения не проводят в те дни, которые значительно изменяют интенсивность движения. Группы транспортных средств, подлежащих учету, приведены в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

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

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)
11	Шестиосные седельные автопоезда
12	Автомобили с семью и более осями и другие
13	Автобусы

Таблица 1.2

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

Категории транспортных средств, подлежащих учету:

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

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

Категория С – грузовые дорожные транспортные средства (грузовые автомобили, допустимая максимальная масса которых превышает 3,5 т; грузовые автомобили с одним или несколькими прицепами; тягачи с полуприцепами и одним или несколькими прице-

пами; тягачи без прицепов и полуприцепов) и специализированные транспортные средства (сельскохозяйственные трактора, специализированные транспортные средства, такие как самоходные дорожные катки, бульдозеры, автокраны, автоцистерны армейского образца и другие дорожные механические транспортные средства, не указанные в других пунктах).

Категория D – городские автобусы, автобусы дальнего следования и троллейбусы. Легкие механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям A и B. Тяжелые механические транспортные средства – транспортные средства, относящиеся к категориям C и D.

По данным учета интенсивности движения рассчитывают характеристики транспортного потока. В качестве поверочного метода для оборудования применяют метод визуального учета интенсивности движения. Поверку оборудования выполняют путем сопоставления с информацией визуального учета интенсивности движения не реже одного раза в год, а также каждый раз после проведения профилактических и/или ремонтных работ с оборудованием.

Приборы учета интенсивности движения должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Детекторы транспортных средств, определяющие интенсивность и состав движения

Магнитно-индуктивные детекторы (петлевые) – основаны на измерении изменения параметров элетромагнитных колебаний, генерируемых в индуктивных детекторах, расположенных в покрытии автомобильной дороги.

Радиолокационные (СВЧ) детекторы основаны на эффекте Доплера и состоят из излучателя и приемника высокочастотного излучения в диапазоне $(2,5-9,5) \cdot 10^9$ Гц. Параметры отраженного от покрытия дороги сигнала, улавливаемые приемником, изменяются при проезде транспортного средства в зоне действия детектора, чувствительны к изменению погодно-климатических условий.

Ультразвуковые детекторы основаны на эффекте Доплера и состоят из излучателя и приемника ультразвукового излучения в диапазоне $(2-3) \cdot 10^4$ Гц. Ультразвуковые детекторы являются всепогодными.

Инфракрасные детекторы делятся на активные и пассивные.

Активные основаны на регистрации изменения интенсивности инфракрасного излучения, возникающего при движении транспортного средства, и состоят из излучателя с частотой $(2-3) \cdot 10^{12}$ Гц и приемника излучения. *Пассивные* детекторы не имеют излучателя и реагируют на появление транспортного средства.

Магнитные детекторы основаны на воздействии магнитного поля Земли и реагируют на его изменение при проезде транспортного средства. Делятся на активные (магнитометры) и пассивные (феррозонды).

Пневматические детекторы основаны на определении изменения давления при проезде транспортного средства. Возникающий при этом импульс воздушного давления распространяется вдоль трубки и воздействует на преобразователь электрических сигналов.

Тензодетекторы – основу составляет упругий элемент, изготавливаемый, как правило, из стали или алюминия с наклеенными на них тензорезисторами. Они преобразуют деформацию упругого элемента, вызванную прикладываемым усилием от транспортного средства, в изменение выходного сопротивления мостовой схемы включения резисторов. Силовой модуль располагается в покрытии автомобильной дороги. Тензодетекторы позволяют определять число осей транспортного средства и нагрузки на его оси.

Видеодетекторы основаны на фиксации видеоизображения транспортного средства и последующего преобразования его в электрический сигнал, анализируемый с помощью специального программного обеспечения.

Порядок расчета характеристик интенсивности

Среднегодовую суточную интенсивность движения для каждой i -й группы транспортных средств $N_{CC(i)}$, шт./сут, по результатам кратковременного учета рассчитывают по формуле

$$N_{CC(i)} = \frac{1}{m} \sum_1^m N_i \cdot K_{СЧ} \cdot K_{СД} \cdot K_{СМ}, \quad (1.1)$$

где N_i – количество транспортных средств в группе;

m – количество выполненных учетов интенсивности движения;

$K_{Сч}$ – коэффициент часа;
 $K_{Сд}$ – коэффициент дня недели;
 $K_{См}$ – коэффициент месяца.

Значения коэффициентов приведены в табл. 1.3–1.6.

Таблица 1.3

Коэффициенты месяца $K_{См}$

Месяц	Коэффициент месяца $K_{См}$ в зависимости от условий расположения автомобильной дороги	
	Перегоны	Подходы к населенным пунктам
Январь	1,37	1,37
Февраль	1,32	1,39
Март	1,11	1,17
Апрель	0,95	0,95
Май	0,91	0,83
Июнь	0,86	0,78
Июль	0,79	0,75
Август	0,78	0,77
Сентябрь	0,87	0,83
Октябрь	0,92	0,89
Ноябрь	1,01	1,01
Декабрь	1,11	1,16

Таблица 1.4

Коэффициенты дня недели $K_{Сд}$

Дни недели	Коэффициент дня $K_{Сд}$ недели в зависимости от условий расположения автомобильной дороги	
	Перегоны	Подходы к населенным пунктам
Понедельник	1,15	1,15
Вторник	1,00	1,06
Среда	1,00	1,05
Четверг	0,92	1,02
Пятница	0,83	0,86
Суббота	1,02	0,92
Воскресенье	1,11	0,93

Таблица 1.5

Коэффициенты часа $K_{Сч}$ для подходов к населенным пунктам

Время начала проведения учета интенсивности движения, ч	Коэффициент часа $K_{Сч}$ для перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения при продолжительности учета движения/при продолжительности учета движения, ч											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8,00	17,03	8,37	5,67	3,23	3,31	2,85	2,33	2,12	1,86	1,65	1,50	1,37
9,00	16,90	8,51	5,63	3,27	3,32	2,83	2,32	2,09	1,82	1,63	1,39	
10,00	17,19	8,38	5,72	3,30	3,30	2,82	2,39	2,03	1,81	1,63		
11,00	16,75	8,59	5,73	3,25	3,38	2,78	2,32	2,03	1,80			
12,00	17,06	8,73	5,69	3,23	3,33	2,70	2,31	2,02				
13,00	16,81	8,30	5,58	3,10	3,18	2,65	2,29					
14,00	16,13	8,25	5,38	3,90	3,13	2,65						
15,00	15,90	8,03	5,13	3,88	3,16							
16,00	15,53	7,33	5,07	3,91								
17,00	12,27	7,53	5,23	3,27								

Таблица 1.6

Коэффициенты часа $K_{Сч}$ для участков дорог за пределами подходов к населенным пунктам

Время начала проведения учета интенсивности движения, ч	Коэффициент часа $K_{Сч}$ для перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения при продолжительности учета движения/при продолжительности учета движения, ч											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8,00	17,68	8,25	5,30	3,33	3,23	2,69	2,29	1,97	1,71	1,51	1,37	1,27
9,00	15,63	7,83	5,25	3,98	3,19	2,63	2,22	1,90	1,65	1,38	1,36	
10,00	15,76	7,92	5,35	3,00	3,18	2,59	2,17	1,85	1,63	1,50		
11,00	15,92	8,10	5,37	3,99	3,10	2,51	2,09	1,83	1,66			
12,00	16,01	8,09	5,33	3,86	2,98	2,31	2,07	1,85				
13,00	15,90	7,87	5,03	3,63	2,82	2,36	2,09					
14,00	15,28	7,36	3,73	3,33	2,77	2,30						
15,00	13,00	6,80	3,31	3,38	2,85							
16,00	13,22	6,33	3,36	3,57								
17,00	13,56	6,73	3,90	3,82								

Общую среднегодовую суточную интенсивность движения N_{CC} , шт./сут, определяют по формуле

$$N_{CC} = \sum_1^k N_{CC(i)}, \quad (1.2)$$

где k – количество групп/категорий транспортных средств;

$N_{CC(i)}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока каждой группы/категории, шт./сут.

Среднегодовую суточную интенсивность движения N_{CC} , шт./сут, при долговременном учете рассчитывают по формуле

$$N_{CC} = \frac{\sum^d N}{d}, \quad (1.3)$$

где $\sum N$ – суммарное количество транспортных средств за время учета;

d – количество дней учета интенсивности движения.

Для расчета коэффициентов перехода к среднегодовой суточной интенсивности движения используют данные стационарных пунктов учета. Общее количество дней учета должно быть не менее 84, по каждому дню недели за каждый месяц года.

Наибольшую часовую интенсивность движения, повторяющуюся в течение не менее 50 ч в год $N_{50 \max}$, шт./ч, рассчитывают по формуле

$$N_{50 \max} = \frac{N_{CC}}{K_{СЧ \max} \cdot K_{СД \min} \cdot K_{СМ \min}}, \quad (1.4)$$

где N_{CC} – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока, шт./сут;

$K_{СЧ \max}$ – наибольшее значение коэффициента часа, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения рекомендуется принимать по ТКП 140;

$K_{\text{СД min}}$ – наименьшее значение коэффициента дня недели, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения рекомендуется принимать по ТКП 140;

$K_{\text{СМ min}}$ – наименьшее значение коэффициента месяца, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности движения следует принимать по ТКП 140.

Максимальную часовую интенсивность движения за год $N_{\text{ч max}}$, шт./ч, рассчитывают по формуле

$$N_{\text{ч max}} = \frac{N_{\text{СС}}}{K_{\text{СЧ max}} \cdot K_{\text{СД min}} \cdot K_{\text{СМ min}}}, \quad (1.5)$$

где $K_{\text{СЧ min}}$ – коэффициент часа, принимается как минимальное значение из ТКП 140 при продолжительности учета 1 ч.

Максимальную суточную интенсивность движения $N_{\text{сут max}}$, шт./сут, рассчитывают по формуле

$$N_{\text{сут max}} = \frac{N_{\text{СС}}}{K_{\text{СД min}} \cdot K_{\text{СМ min}}}, \quad (1.6)$$

где $K_{\text{СД min}}$ – наименьшее значение коэффициент дня, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности рекомендуется принимать по ТКП 140;

$K_{\text{СМ min}}$ – наименьшее значение коэффициента месяца, при отсутствии данных долговременного учета интенсивности следует принимать по ТКП 140;

$N_{\text{СС}}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения транспортного потока, шт./сут.

Среднегодовую суточную интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю, рассчитывают как сумму произведений среднегодовой суточной интенсивности движения каждого типа транспортных средств на коэффициент приведения к легковому автомобилю.

Коэффициенты приведения к легковому автомобилю следует принимать по табл. 1.7.

Таблица 1.7

Коэффициенты приведения к легковому автомобилю

Группа транспортного средства	Тип транспортного средства	Коэффициент приведения к легковому автомобилю
1	Легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него	1,0
2	Двухосные грузовые автомобили	1,5
3	Трехосные грузовые автомобили	1,8
4	Четырехосные грузовые автомобили	2,0
5	Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,2
6	Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом)	2,7
7	Трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,2
8	Четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
9	Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
10	Пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом)	2,7
11	Шестиосные седельные автопоезда	3,2
12	Автомобили с семью и более осями и другие	3,2
13	Автобусы	3,0

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Пропускная способность автомобильных дорог определяется плотностью транспортного потока и характеризуется количеством автомобилей на 1 км дороги или временным интервалом между автомобилями и скоростью его движения. Наибольшая пропускная способность при определенной скорости движения достигается при максимальной плотности транспортного потока. Влияние на пропускную способность дороги оказывают те дорожные условия, которые приводят к снижению скорости движения, разуплотнению транспортного потока или препятствуют его уплотнению.

Пропускная способность дороги (участка дороги) определяется пропускной способностью наиболее сложного или опасного участка. Факторами, снижающими пропускную способность полосы движения, являются: пересечения в одном уровне, сужения проезжей части, участки производства дорожных работ (ограничение скорости движения), светофорные объекты. Каждый из этих факторов учитывается коэффициентом снижения пропускной способности.

Различают два вида пропускной способности:

– максимальную, наблюдаемую на эталонном участке P_{\max} , прив. шт./ч;

– фактическую в конкретных дорожных условиях P , шт./ч.

Максимальная пропускная способность P_{\max} устанавливается на эталонном участке при благоприятных погодно-климатических условиях и транспортном потоке, состоящем только из легковых автомобилей (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Максимальная пропускная способность

Количество полос движения	P_{\max} , прив. шт./ч
Две	3600 в двух направлениях
Три	4000 в двух направлениях
Четыре:	
– без разделительной полосы	2100 по одной полосе
– с разделительной полосой	2200 по одной полосе

Фактическая пропускная способность соответствует пропускной способности участков автомобильных дорог, характеризующихся пониженным показателем коэффициента сцепления и повышенным показателем ровности по сравнению с эталонным участком. Фактическую пропускную способность следует рассчитывать на наиболее грузонапряженных участках автомобильных дорог, включающих аварийно-опасные участки, пересечения в одном уровне, подъезды к обозначаемым пешеходным переходам, а также на УК ДТП.

Фактическая величина пропускной способности в конкретных дорожных условиях определяется по формуле

$$P = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{17} \cdot P_{\max}, \quad (2.1)$$

где $\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \dots \cdot \beta_{17}$ – коэффициенты снижения пропускной способности, значения которых приведены в табл. 2.2–2.18.

Таблица 2.2

Автомобильная дорога	Ширина, м		Коэффициент β_1
	Полосы движения	Проезжей части	
Многополосная	Менее 3,00 включ.	–	0,70
	3,50	–	0,96
	Свыше 3,75	–	1,0
Двухполосная	–	Менее 6,00 включ.	$\frac{0,85}{0,54}$
	–	7,00	$\frac{0,90}{0,71}$
	–	Свыше 7,50	$\frac{1,00}{0,87}$

Примечание: в знаменателе приведены значения коэффициента при наличии снежного наката на полосе движения.

Таблица 2.3

Ширина обочины, м	Коэффициент β_2
1,50	0,70
2,00	0,80
2,50	0,92
3,00	0,97
3,75	1,00

Таблица 2.4

Расстояние от кромки проезжей части до препятствия, м	Коэффициент β_3 при ширине полосы движения, м, при наличии					
	боковых помех с одной стороны			боковых помех с обеих сторон		
	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00	Более 3,75	От 3,00 до 3,75 включ.	Менее 3,00
2,5	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	0,96
2,0	0,99	0,99	0,95	0,98	0,97	0,93
1,5	0,97	0,95	0,94	0,96	0,93	0,91
1,0	0,95	0,90	0,87	0,91	0,88	0,85
0,5	0,92	0,83	0,80	0,88	0,78	0,75
0,0	0,85	0,78	0,75	0,82	0,73	0,70

Таблица 2.5

Количество автопоездов в потоке, %	Коэффициент β_4 при числе легких и средних грузовых автомобилей, %				
	10	20	50	60	70
1	0,99	0,98	0,94	0,90	0,86
5	0,97	0,96	0,91	0,88	0,84
10	0,95	0,93	0,88	0,85	0,81
15	0,92	0,90	0,85	0,82	0,78
20	0,90	0,87	0,82	0,79	0,76
25	0,87	0,84	0,79	0,76	0,73
30	0,84	0,81	0,76	0,72	0,70

Примечание: коэффициент β_4 на подъемах не учитывается.

Таблица 2.6

Расстояние видимости в плане, м	Коэффициент β_6
Менее 50 включ.	0,68
Св. 50 до 100 включ.	0,73
Св. 100 до 150 включ.	0,84
Св. 150 до 250 включ.	0,80
Св. 250 до 350 включ.	0,98
Св. 350	1,00

Таблица 2.7

Продольный уклон, ‰	Длина подъема, м	Коэффициент β_5 при количестве автопоездов в потоке, %			
		2	5	10	15
20	200	0,98	0,97	0,94	0,89
	500	0,97	0,94	0,92	0,87
	800	0,96	0,92	0,90	0,84
30	200	0,96	0,95	0,93	0,86
	500	0,95	0,93	0,91	0,83
	800	0,93	0,90	0,88	0,80
40	200	0,93	0,90	0,86	0,80
	500	0,91	0,88	0,83	0,76
	800	0,88	0,85	0,80	0,72
50	200	0,90	0,85	0,80	0,74
	500	0,86	0,80	0,75	0,70
	800	0,82	0,76	0,71	0,64
60	200	0,83	0,77	0,70	0,63
	500	0,77	0,71	0,64	0,55
	800	0,70	0,63	0,53	0,47
70	200	0,75	0,68	0,60	0,55
	500	0,63	0,55	0,48	0,41

Таблица 2.8

Радиус кривой в плане, м	Коэффициент β_7
Менее 100 включ.	0,85
Св. 100 до 250 включ.	0,90
Св. 250 до 450 включ.	0,96
Св. 450 до 600 включ.	0,99
Св. 600	1,00

Таблица 2.9

Ограничение скорости, км/ч	Коэффициент β_8
10	0,44
20	0,76
30	0,88
40	0,96
50	0,98
60	1,00

Таблица 2.10

Число транспортных средств, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Коэффициент β_9 при ширине проезжей части главной автомобильной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
Необорудованное пересечение						
0	0,97	0,98	1,00	0,94	0,95	0,98
20	0,85	0,87	0,92	0,82	0,83	0,91
40	0,73	0,75	0,83	0,70	0,71	0,82
60	0,60	0,62	0,75	0,57	0,58	0,73
80	0,45	0,47	0,72	0,41	0,41	0,70
Частично оборудованное пересечение с островками без переходно-скоростных полос						
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92
Полностью канализированное пересечение						
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	0,97	0,98	0,99	0,95	0,97	0,98

Примечание: при отсутствии данных об интенсивности движения на пересечениях автомобильных дорог допускается принимать значения коэффициента β_9 , соответствующие случаю, когда доля ТС, поворачивающих налево, равна 20 %.

Таблица 2.11

Тип обочины	Коэффициент β_{10}
Укрепленная обочина из щебня или гравия	1,00
Укрепленная грунтовая обочина	0,99
Обочина, укрепленная засеваем трав	0,95
Неукрепленные обочины в сухом состоянии	0,90

Таблица 2.12

Тип покрытия	Коэффициент β_{11}
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Грунтовая автомобильная дорога: – сухая (без пыли); – размокшая	0,90 0,10–0,30

Таблица 2.13

Площадка отдыха, бензозаправочные станции или остановочные площадки	Коэффициент β_{12}
С полным отделением от основной автомобильной дороги и наличием специальной полосы для въезда	1,00
При наличии только полосы отгона	0,98
При отсутствии полосы отгона	0,80
Без отделения от основной проезжей части	0,64

Таблица 2.14

Вид разметки	Коэффициент β_{13}
Осевая разметка	1,02
Осевая и краевая разметка	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной автомобильной дороге	1,23
То же, на трехполосной автомобильной дороге	1,30
При наличии двойной осевой разметки	1,12

Таблица 2.15

Число автобусов в потоке, %	Коэффициент β_{14} при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

Таблица 2.16

Ограничение скорости движе- ния, км/ч	Коэффициент β_{15} при протяженности населенного пункта, км							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
60	0,83	0,82	0,81	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63
50	0,65	0,64	0,63	0,61	0,39	0,57	0,54	0,50
40	0,51	0,51	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,44

Таблица 2.17

Рекомендуемые значения коэффициента β_{16} , учитывающего влияние
расстояния неподвижных боковых препятствий
до кромки проезжей части

Расстояние от бокового препятствия до кромки проезжей части, м	Коэффициент β_{16} при протяженности населенного пункта, км			
	От 0,5 до 1,0 включ.	Св. 1,0 до 2,0 включ.	Св. 2,0 до 3,0 включ.	Св. 3,0 до 4,0 включ.
Менее 2,0 до 3,0 включ.	0,75	0,69	0,63	0,60
Св. 3,0 до 4,0 включ.	0,82	0,77	0,73	0,62
Св. 4,0	0,92	0,88	0,87	0,84

Таблица 2.18

Количество пешеходов в час	Коэффициент β_{17} для двухполосной автомобильной дороги при	
	отсутствии светофорного регулирования	наличии светофорного регулирования
60	0,86	0,97
120	0,58	0,88
180	0,27	0,79

Примечание: промежуточные значения вышеприведенных коэффициентов определяют интерполяцией.

Фактическая пропускная способность в реальных дорожных условиях для целей организации дорожного движения определяется по формуле

$$P = w \cdot V_0 \cdot g_{\max}, \quad (2.2)$$

где w – коэффициент, зависящий от загрузки встречной полосы движения ($w = 1,3$ при $Z < 0,4$; $w = 1,0$ при равном распределении интенсивности по встречным полосам; $w = 0,99$ при высокой загрузке встречной полосы $Z > 0,4$);

V_0 – скорость движения в свободных условиях на рассматриваемом участке, км/ч;

g_{\max} – максимальная плотность движения на рассматриваемом участке, шт./км, определяется по формуле

$$g_{\max} = \frac{L}{l}, \quad (2.3)$$

где L – протяженность участка, км;

l – интервал между ТС, м (табл. 2.19).

Рекомендуемые интервалы между автомобилями

Тип заднего транспортного средства	Интервал между автомобилями l , м		
	легковыми	грузовыми	автопоездами
Легковые	7,3	9,3	13,2
Грузовые	9,0	9,7	14,1
Автопоезда	13,0	14,2	17,3

Уровень загрузки дороги движением – отношение интенсивности движения на участке дороги к его пропускной способности – определяет экономичность работы автомобильного транспорта, удобство и безопасность движения и классифицируется:

уровень удобства А – свободный поток, в котором транспортные средства не оказывают влияния на режимы движения ($U_z \leq 0,35$);

уровень удобства Б – частично связанный поток, в котором транспортные средства движутся группами и оказывают влияние друг на друга, но еще совершается много обгонов и опережений ($0,35 \leq U_z \leq 0,55$);

уровень удобства В – связанный поток, в котором транспортные средства движутся большими группами, еще существуют большие интервалы между группами автомобилей, обгоны и опережения возможны, но затруднены ($0,55 \leq U_z \leq 0,75$);

уровень удобства Г – плотный поток, движение которого происходит без обгонов и опережений, с малой скоростью и периодическими остановками ($U_z \geq 0,75$).

Порядок определения мгновенной скорости движения транспортных средств

Мгновенная скорость движения определяется выборочным измерением скорости движения отдельных транспортных средств (ТС), проходящих заданный короткий участок автомобильной дороги. Место для проведения замеров выбирается на перегоне автомобильной дороги не ближе 150 м от перекрестка. Подыскивается участок, где на расстоянии 15–25 м от проезжей части имеется территория,

с которой хорошо просматривается автомобильная дорога на расстоянии 50 м и более. Замеры выполняются для одной полосы движения. Замеры проводятся с использованием секундомера или радиолокационного измерителя скорости по отдельным группам ТС согласно табл. 2.20, количество замеров – согласно табл. 2.21.

Таблица 2.20

Группа транспортных средств	Характеристика
1	Легковые автомобили, грузовые автомобили с технической допустимой общей массой не более 3,5 т, автобусы и мотоциклы
2	Автобусы, легковые и грузовые автомобили при их движении с прицепом, грузовые автомобили с технической допустимой общей массой более 3,5 т

Таблица 2.21

Интенсивность движения, шт./ч	Менее 50	50–100	101–200	Более 200
Количество замеров, не менее	150	100	50	30

Подготовка к замерам с помощью секундомера заключается в определении исходных данных и установке ориентиров O_1 и O_2 параллельно оси полосы движения (рис. 2.1). Такими ориентирами могут быть существующие линии электропередач, стволы деревьев, стойки ограждений, вешки и др. С помощью рулетки или иным способом измеряются величины S_0 , H_1 и H_2 . Необходимо, чтобы время прохождения ТС мерного участка находилось в пределах $t = 3–6$ с, для чего протяженность участка S_n должна быть в пределах 40–100 м. Фиксируется начало и окончание прохождения ТС через ориентиры. Результаты замеров заносятся в акт измерения мгновенной скорости ТС с помощью секундомера.

Величина S_n , м, определяется из соотношения

$$S_n = \frac{S_0 \cdot H_2}{H_1}. \quad (2.4)$$

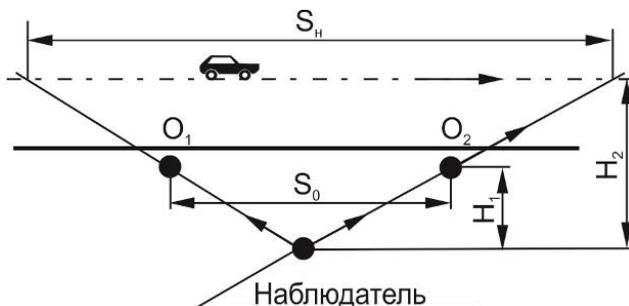


Рис. 2.1. Схема проведения замеров мгновенной скорости:
 O_1 и O_2 – ориентиры; S_0 – расстояние между ориентирами;
 H_1 – расстояние между наблюдателем и ориентирами;
 H_2 – расстояние между наблюдателем и осью полосы движения

Измеряется, по возможности, скорость движения каждого проходящего по данной полосе ТС. Если идет плотная группа, то измеряется скорость любого ТС из этой группы, движущегося по исследуемой полосе, которая затем присвоится всем ТС группы.

По каждому замеру, с точностью до 0,1 км/ч, подсчитывается и заносится в акт измерения мгновенная скорость движения

$$V_{\text{мгн}} = \frac{3,6 \cdot S_{\text{н}}}{t}. \quad (2.5)$$

Измерение скорости движения при помощи радиолокационного измерителя выполняется в соответствии с прилагаемой инструкцией к прибору. Общее количество измеренных мгновенных скоростей движения группируют по количеству (частоте) ТС, движущихся со скоростями, ограниченными в определенных границах скоростей (разрядах). Величина разряда составляет 5 км/ч. Например, группа разряда «35 км/ч» включает скорости от 32,5 до 37,5 км/ч, а группа «40 км/ч» включает скорости от 37,5 до 42,5 км/ч. При этом нижний предел скорости входит в данную группу, а верхний – в последующую.

По полученным данным производится построение кумулятивной кривой распределения скоростей движения ТС (рис. 2.2). По горизонтальной оси откладываются разряды скоростей, по вертикальной оси – накопленная частота.

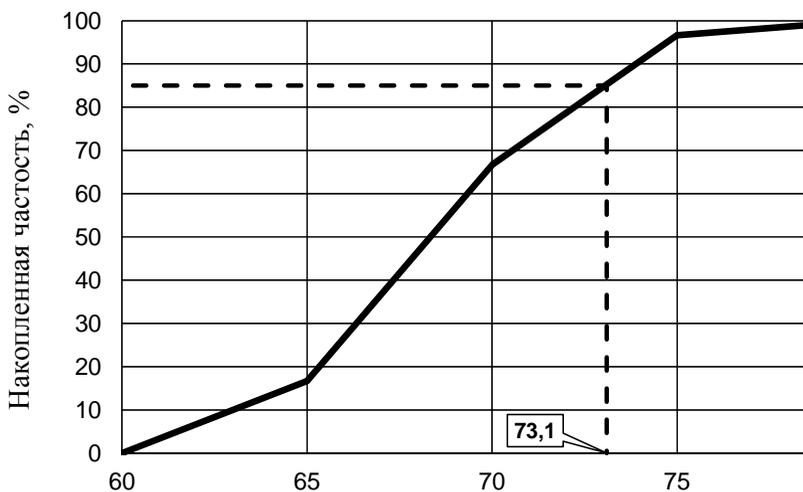


Рис. 2.2. Разряды скорости движения, км/ч

Частота – отношение частоты, соответствующей рассматриваемому разряду, к общему числу произведенных замеров, выраженное в процентах.

Накопленная частота – последовательная сумма частот каждого разряда (количество ТС, в процентах, движущихся со скоростями, соответствующими верхним пределам разрядов).

Лабораторная работа № 3

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Для определения геометрических элементов автомобильных дорог используются следующие средства испытания, вспомогательные устройства и материалы:

- теодолит по ГОСТ 10529, тахеометр электронный по ГОСТ 23543;
- лента мерная по ГОСТ 7502,
- дальномер по ГОСТ 19223, дорожный курвиметр;
- веха геодезическая, отражатель с материалом световозвращающим (размеры даны в миллиметрах) (рис. 3.1);
- легковой автомобиль;
- средства мобильной связи.



Рис. 3.1. Отражатель световозвращающий

Порядок определения радиуса кривой в плане

При помощи теодолита или тахеометра по внешней кромке проезжей части определяется входной (A_1-O) и выходной (A_2-O) створы кривой в плане (рис. 3.2).

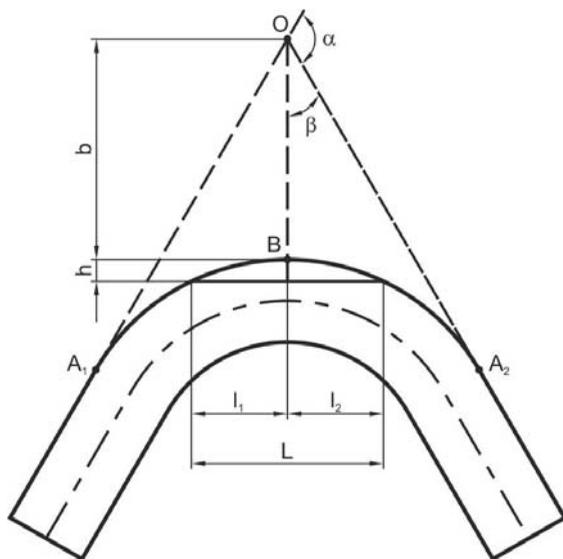


Рис. 3.2. Схема определения радиуса кривой в плане

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

$$\beta = \frac{180 - \alpha}{2}, \text{ град.} \quad (3.1)$$

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

Радиус кривой в плане определяется по формуле

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

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

Проверка найденного значения радиуса проводится по формуле

$$R = \frac{b \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}, \text{ м.} \quad (3.3)$$

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

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

Порядок определения расстояния видимости встречного автомобиля в плане

При помощи курвиметра или мерной ленты на проезжей части автомобильной дороги в пределах кривой и за 100 м от ее начала и конца производится разбивка пикетажа через 25–50 м с привязкой к имеющемуся на автомобильной дороге километражу (рис. 3.3).

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

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

Расстояние видимости встречного ТС S_1 от пикета I определяется расстоянием, измеренным по осевой линии до точки I^* , S_2 от пикета 2 до точки 2^* и т. д. (см. рис. 3.3).

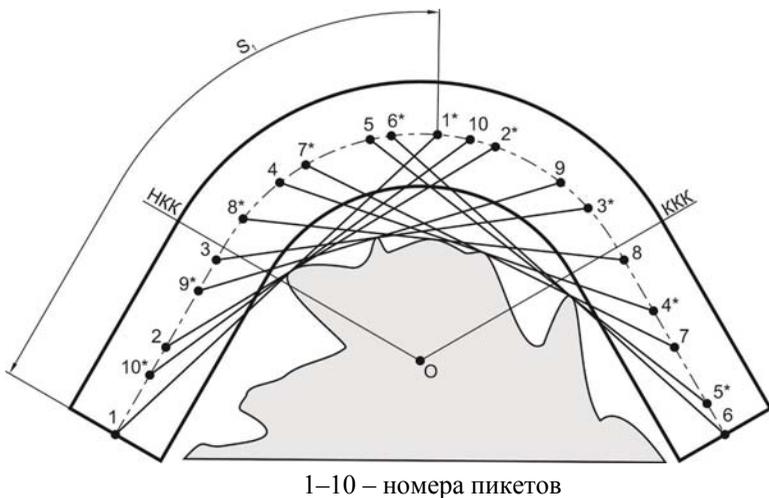


Рис. 3.3. Схема определения видимости встречного транспортного средства в плане: $1^*–10^*$ – номера точек после определения расстояния видимости встречного ТС; НKK – начало круговой кривой; КKK – конец круговой кривой; S_1 – расстояние видимости встречного ТС от пикета 1 до точки 1^*

На основании полученных данных строится эпюра изменения видимости встречного ТС (рис. 3.4).

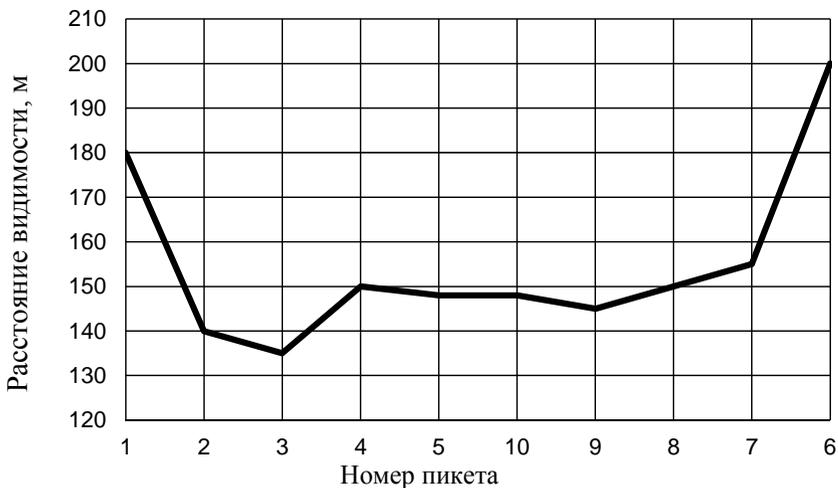


Рис. 3.4. Эпюра изменения видимости встречного транспортного средства в плане

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

От начала (конца) закругления по оси проезжей части откладывается протяженность нормативного расстояния видимости встречного ТС S_0 и отмечается точка 0. Перпендикуляр, проложенный из центра кривой O к линии 0–НКК (0–ККК) является радиусом R_0 . Построенная с данным радиусом окружность является границей, до которой должна быть обеспечена срезка откосов, вырубка деревьев и т. п. для обеспечения нормативной видимости на закруглении в плане (рис. 3.5).

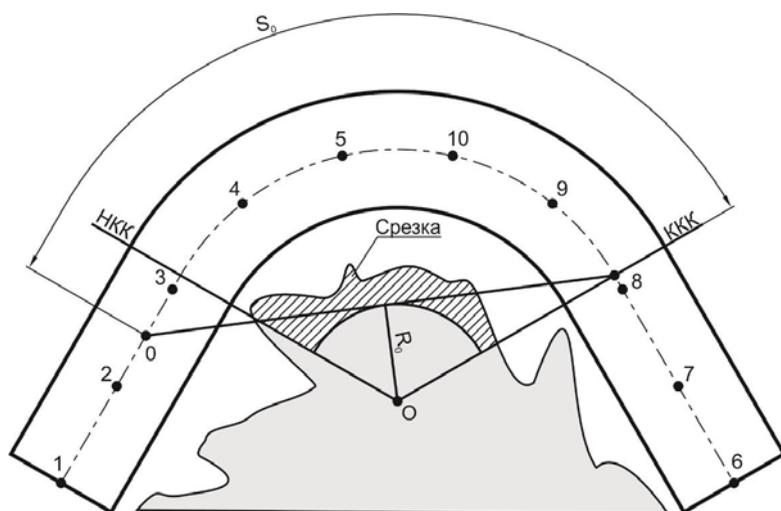


Рис. 3.5. Схема определения объемов работ для обеспечения видимости встречного транспортного средства:

S_0 – нормативное расстояние видимости

Определение расстояния видимости встречного автомобиля в продольном профиле

От предполагаемой вершины выпуклой кривой в профиле при помощи курвиметра или мерной ленты на проезжей части автомобильной дороги в оба конца через 25–50 м на протяжении 300 м с привязкой к имеющемуся на автомобильной дороге километражу производится разбивка пикетажа (рис. 3.6).

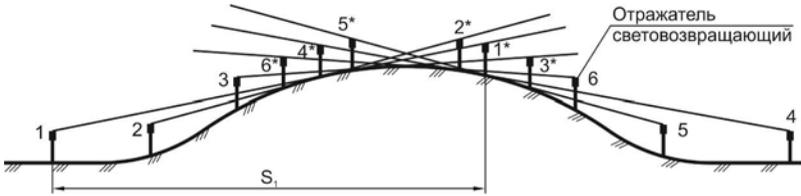


Рис. 3.6. Схема определения видимости встречного транспортного средства в продольном профиле:

$1-6$ – номера пикетов; 1^*-6^* – номера точек после определения расстояния видимости встречного ТС; S_1 – расстояние видимости встречного автомобиля

Автомобиль с первым работником устанавливается на правой полосе проезжей части на пикете 1 . Второй работник со световозвращающим отражателем перемещается по правой полосе проезжей части от автомобиля с вершины закругления до тех пор, пока не скроется видимость рабочего инструмента для первого работника, о чем первый работник информирует по мобильной связи второго. Тот в свою очередь отмечает на оси проезжей части положение точки 1^* . В дальнейшем последовательно производятся указанные действия на пикетах $2-6$ и определяется местоположение точек 2^*-6^* . Расстояние видимости встречного ТС S_1 определяется расстоянием, измеренным по линии от пикета 1 до точки 1^* , S_2 от пикета 2 до точки 2^* и т. д.

В соответствии с полученными данными строятся эпюры изменения видимости встречного ТС (рис. 3.7).

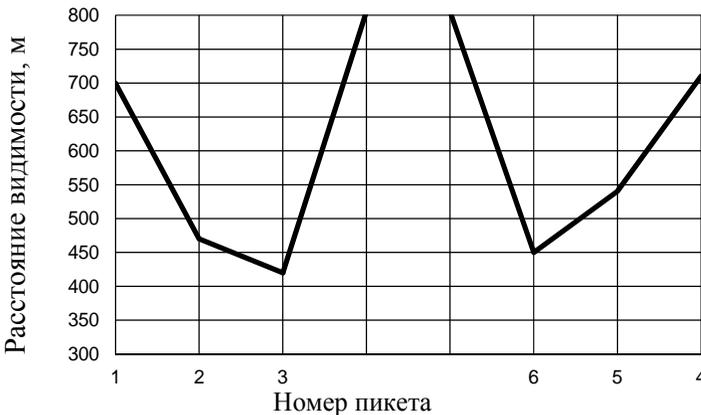


Рис. 3.7. Эпюра изменения видимости встречного ТС в продольном профиле

Лабораторная работа № 4

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

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



Рис. 4.1. Дифлектометр падающего груза

Для измерений упругого прогиба дорожных одежд рекомендуется применять динамические установки, позволяющие проводить измерения прогибов на всей деформируемой площади дорожного покрытия. Прочность конструктивных слоев дорожной одежды при динамическом методе оценивают по модулям упругости. При применении *статического* метода измерения упругих прогибов определяется только общий модуль упругости всей конструкции дорожной одежды. При *сетевой* диагностике измерение упругих прогибов дорожной одежды выполняют с шагом не более 200 м. При *детальной* диагностике измерение упругих выполняется с частотой не более

чем через 50 м, при этом количество измерений на характерном участке должно быть не менее чем в десяти точках. Измерение упругих прогибов выполняют по крайней правой полосе движения.

Оценку прочности нежестких дорожных одежд выполняют по коэффициенту прочности $K_{пр}$, который рассчитывается по формуле:

$$K_{пр} = \frac{E_p}{E_{тр}}, \quad (4.1)$$

где E_p – общий модуль упругости дорожной одежды, МПа;

$E_{тр}$ – минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа.

Расчет общего модуля упругости конструкции дорожной одежды и модулей упругости конструктивных слоев при динамическом методе выполняют в соответствии с прил. Б ТКП 140. Определение модуля упругости дорожной одежды при статическом методе измерения упругого прогиба выполняют в соответствии с прил. В ТКП 140. Минимальный требуемый модуль для эксплуатируемых дорог принимается по ТКП 45-3.03-112.

При детальной диагностике оценка прочности дорожной одежды проводится в два этапа.

На первом этапе выполняется расчет общего модуля упругости всей конструкции и модулей упругости конструктивных слоев дорожной одежды в соответствии с прил. Б ТКП 140.

На втором этапе выполняется перерасчет прочностных характеристик дорожной одежды с учетом уточненного модуля упругости грунта земляного полотна и толщин слоев дорожной одежды, установленных по данным детального обследования. При этом модули упругости конструктивных слоев основания и асфальтобетона принимаются по данным, рассчитанным по чаше прогиба. При детальной диагностике дополнительно выполняется расчет на сопротивление сдвигу в грунте и в пакете несвязных слоев основания, и сопротивление монолитных материалов усталостному сопротивлению при изгибе в соответствии с ТКП 45-3.03-112.

Прочность дорожной одежды по критерию упругого прогиба соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие

$$K_{\phi} \geq K_{\text{тр}}, \quad (4.2)$$

где K_{ϕ} – фактический коэффициент прочности, рассчитываемый по ТКП 140;

$K_{\text{тр}}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды, принимаемый по табл. 6.1–6.4 ТКП 45-3.03-112.

Коэффициенты надежности принимаются по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Значение коэффициента надежности

Категория дороги	I–II	III	IV	V–VI
Коэффициент надежности	0,95	0,90	0,80	0,70

При невыполнении условий формулы (4.2) требуется усиление дорожной одежды.

По результатам оценки прочности дорожной одежды формируется перечень участков дорог с прочностью, не соответствующей нормативным требованиям.

Статический метод измерения упругого прогиба

При статическом методе величина упругого прогиба определяется от действия статической нагрузки, передаваемой на дорожную одежду нежесткого типа через гибкий штамп. Настоящий метод обеспечивает получение значений упругих прогибов с точностью до 5 %.

Испытательная установка включает:

- гибкий штамп с нагрузкой $Q = 50,0 \pm 0,5$ кН, эквивалентным диаметром отпечатка на дорожном покрытии 33 ± 3 см и давлением в колесе $0,60 \pm 0,05$ МПа;
- прогибомер длиннобазовый с диапазоном измерения прогибов от 0 до 20 мм, погрешностью измерения 0,02 мм;
- индикатор часового типа ИЧ по ГОСТ 577 с диапазоном измерения от 0 до 10 мм, ценой деления 0,01 мм.

Средства измерений:

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

- рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502;
- манометр шинный ручного пользования типа МТИ по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа.

Условия испытаний: испытания необходимо проводить на полосе наката (на расстоянии от 1,0 до 1,5 м от края проезжей части). Температура дорожного покрытия при испытаниях должна быть в пределах от 0 до 50 °С.

Порядок подготовки к проведению испытаний. При подготовке к проведению испытаний необходимо выполнить следующие работы:

- определить границы характерных участков, длины характерных участков следует принимать протяженностью от 0,5 до 3,0 км;
- определить с помощью рулетки местоположение точек измерения упругого прогиба (далее – точка) на характерном участке, расстояние между точками должно быть не более 50 м;
- установить гибкий штамп на точку;
- устроить отверстие в дорожном покрытии глубиной 3–4 см на расстоянии не более 1,0 м от точки, заполнить отверстие смесью воды и глицерина 3 : 1, вставить термометр, снять показания температуры дорожного покрытия.

Порядок проведения испытаний. При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- установить опору прогибомера по центру гибкого штампа;
- установить опорную подкладку под стержень индикатора часового типа таким образом, чтобы показания на шкале были в пределах от 0,2 до 0,7 мм;
- выдержать гибкий штамп на точке до стабилизации показаний индикатора i_0 ;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в табл. 4.2;
- продвинуть гибкий штамп вперед на расстояние не менее 5 м;
- дождаться пока показания индикатора i_1 стабилизируются;
- значение отсчета зафиксировать с точностью до 0,01 мм и занести показания в табл. 4.2.

Аналогично выполнять испытания на следующих точках характерного участка. Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10.

Таблица 4.2

Местоположение точки измерения упругого прогиба, км + м	Дата проведения испытаний и время	Отсчеты по индикатору, мм		Упругий прогиб, мм	Температура дорожного покрытия, °С
		i_0	i_1		

Схема проведения испытаний приведена на рис. 4.2.

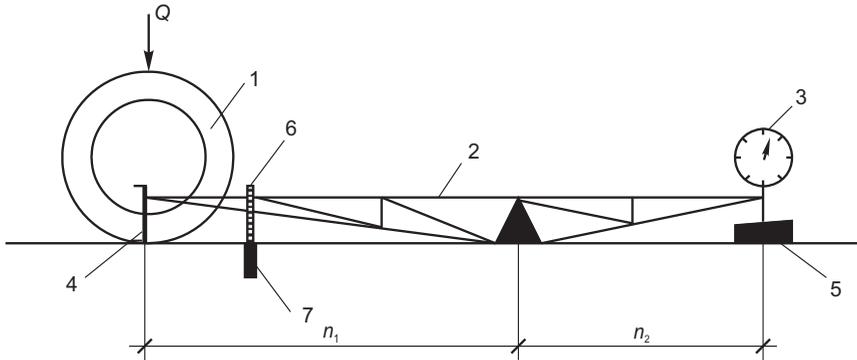


Рис. 4.2. Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба статическим методом:

Q – нагрузка на гибкий штамп; n_1 – длина грузового плеча; n_2 – длина измерительного плеча; 1 – гибкий штамп; 2 – прогибомер; 3 – индикатор часового типа; 4 – опора прогибомера; 5 – опорная подкладка; 6 – термометр; 7 – смесь глицерина с водой

Алгоритм обработки результатов испытаний

Результаты испытаний должны быть сгруппированы по каждому характерному участку. При длине характерного участка более 1 км, результаты испытаний группируют по каждому километровому участку отдельно.

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности.

Рассчитать на каждой точке упругий прогиб L_i , мм, с точностью до 0,01 мм по формуле

$$L_i = \frac{n_1}{n_2} (i_1 - i_0), \quad (4.3)$$

где n_1 – длина грузового плеча;

n_2 – длина измерительного плеча;

i_0, i_1 – отсчеты по индикатору, мм.

Рассчитать среднеквадратическое отклонение упругих прогибов на характерном участке по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{L} - L_i)^2}{n - 1}}, \quad (4.4)$$

где \bar{L} – среднеарифметическое значение упругого прогиба на характерном участке, мм;

L_i – значение упругого прогиба в i -й точке, мм;

n – количество измерений упругих прогибов на характерном участке.

Рассчитать упругий прогиб L , характеризующий участок дороги, с точностью до 0,01 мм по формуле

$$L = \bar{L} + t\sigma, \quad (4.5)$$

где t – коэффициент Стьюдента.

Для дорог с различными типами дорожных одежд по ТКП 45-3.03-19 значение t принимают равным: с капитальными типами – 2,0; с облегченными типами – 1,7; с переходными и низшими типами – 1,6.

Динамический метод измерения упругого прогиба

При динамическом методе величина упругого прогиба определяется от действия динамической нагрузки, передаваемой на дорожное покрытие через гибкий или жесткий штамп (рис. 4.3). Настоящий метод обеспечивает получение значений упругих прогибов с точностью до 10 %.

Испытательная установка, включающая:

– гибкий штамп с эквивалентным диаметром отпечатка в динамике 37 ± 1 см и давлением в колесе $0,60 \pm 0,05$ МПа или жесткий штамп с диаметром 33 ± 1 см;

- устройство управления процессом испытаний и регистрации результатов измерений и их записи;
- устройство создания нагрузки $50,0 \pm 0,5$ кН;
- устройство измерения нагрузки с точностью до 0,5 кН;
- устройство измерения упругих прогибов с диапазоном измерения от 0 до 2 мм и точностью 0,02 мм;
- рабочее программное обеспечение.

Средства измерений:

- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 2 %;
- устройство измерения температуры дорожного покрытия с диапазоном измерения от 0 до 55 °С и точностью 1 °С;
- манометр шинный ручного пользования (для гибкого штампа) по ГОСТ 9921 с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа, ценой деления 0,01 МПа.

Материалы, вещества:

- глицерин по ГОСТ 6259;
- вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

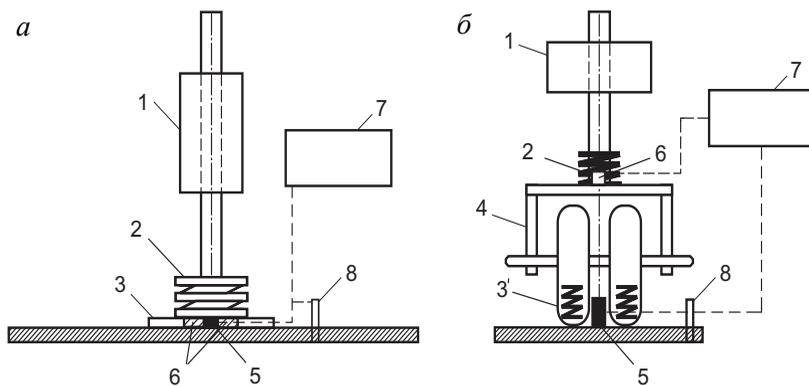


Рис. 4.3. Схема проведения испытаний по определению упругого прогиба динамическим методом:

- а* – испытательная установка с жестким штампом; *б* – испытательная установка с гибким штампом; 1 – груз; 2 – амортизатор; 3 – жесткий штамп; 3' – гибкий штамп; 4 – траверса; 5 – устройство для регистрации величины упругого прогиба; 6 – устройство для регистрации нагрузки; 7 – устройство управления процессом испытания и регистрации результатов измерений и их записи; 8 – устройство регистрации температуры дорожного покрытия

Порядок проведения испытаний

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- опустить гибкий (жесткий) штамп на точку;
- настроить оборудование на требуемую нагрузку путем пробного сбрасывания груза на гибкий (жесткий) штамп;
- выполнить три измерения упругого прогиба в одной точке;
- проконтролировать результаты записанных измерений.

Результаты испытания записываются и сохраняются автоматически с помощью программного обеспечения в файл по форме, приведенной в табл. 4.3. Количество испытаний на характерном участке должно быть не менее 10. Величину прогиба на каждой точке следует определять как среднее арифметическое значение из трех измерений.

Таблица 4.3

Местоположение точки измерения упругого прогиба, км + м	Значения упругого прогиба, мм			Нагрузка на гибкий (жесткий) штамп, кН	Температура дорожного покрытия, °С
	1 измерение	2 измерение	3 измерение		

Лабораторная работа № 5

ОЦЕНКА РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Продольная ровность дорожных покрытий – качественная характеристика состояния покрытия, обратная величине неровности. Оценка продольной ровности покрытия проезжей части осуществляется по каждой полосе движения на участках длиной 100 м по международному индексу ровности IRI (International Roughness Index).

Международный индекс ровности IRI – это показатель продольной ровности дорожного покрытия, основанный на моделировании реакции эталонного транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч по имеющимся на проезжей части неровностям. Данный показатель выражается отношением суммарного движения подвески эталонного транспортного средства к расстоянию, преодоленному за время измерений. Для оценки ровности дорожных покрытий рекомендуется применять профилометрический метод измерений в соответствии с СТБ 1566.

Для определения показателя продольной ровности с переходным и низшим типами дорожных одежд следует применять толкочмер типа ПКРС.

Ровность покрытия при измерении профилометрическим методом соответствует нормативным требованиям для асфальтобетонных и цементобетонных покрытий, если выполняется условие

$$IRI_{\phi} \leq IRI_{\text{норм}}, \quad (5.1)$$

где IRI_{ϕ} – измеренное значение ровности покрытия, мм/м;

$IRI_{\text{норм}}$ – требуемое значение ровности покрытия для эксплуатируемых дорог (по табл. 5.1), мм/м.

Таблица 5.1

Требуемые значения продольной ровности
для эксплуатируемых автомобильных дорог

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

Требования к ровности покрытия по условиям безопасности установлены в СТБ 1291 и представлены в табл. 5.2 для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 059.

Таблица 5.2

Требования к ровности по условиям обеспечения безопасности дорожного движения

Показатель продольной ровности, измеренный	Предельно допустимая величина по уровням требований				
	1	2	3	4	5
1. По ГОСТ 30412:					
а) количество просветов под 3-метровой рейкой, превышающих указанное в ТКП 059, %, не более	7	9	14	20	25
б) максимальный просвет под 3-метровой рейкой, мм, не более	10	12	14	20	30
2. По ГОСТ 30412 – установкой типа ПКРС-2 (далее – ПКРС-2), см/км, не более	540	660	860	1200	–
3. По СТБ 1566 – профилометрическим методом (IRI), м/км, не более	4,50	5,50	6,20	6,70	7,90
4. По СТБ 1566 – измерительным оборудованием типа толчкомер, см/км, не более	100	120	170	240	265

Определение продольной ровности профилометрическим методом

Метод основан на моделировании реакции эталонного транспортного средства, движущегося со скоростью 80 км/ч по неровностям дорожного покрытия. Значения IRI рассчитываются по отметкам продольного профиля дороги, полученным с помощью лазерных сенсоров. Настоящий метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 5 %.

Измерительная установка включает:

- легковой автомобиль или микроавтобус;
- лазерные сенсоры (один и более) для измерения отметок продольного профиля дорожного покрытия с диапазоном измерения не

менее 200 мм, дальностью измерения не менее 300 мм, частотой не менее 133 Гц, шагом сбора данных по продольному профилю не менее 250 мм при скорости движения измерительной установки до 120 км/ч, погрешностью измерения до 3 %;

- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 1 %;

- инерционный блок, включающий гироскопы и акселерометры, для учета влияния колебательных ускорений автомобиля в различных направлениях при движении;

- устройство для контроля, хранения и просмотра информации;

- блок питания;

- программное обеспечение.

Вспомогательные средства измерения:

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



Рис. 5.1. Профилограф

Измерения следует производить при температуре воздуха не ниже 0 °С. Покрытие дороги должно быть очищено от пыли и грязи. Покрытие дороги не должно быть мокрым. Измерения следует выполнять по каждой полосе движения дороги.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- проверить надежность крепления оборудования;
- очистить лазерные сенсоры от пыли и грязи;
- подать питание на измерительное оборудование не менее чем за 15 мин до начала измерений;
- проверить работоспособность оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений контролировать на мониторе.

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- установить измерительную установку на расстоянии не менее 200 м от точки начала измерений;
- активизировать программное обеспечение и зафиксировать местоположение начала измерений;
- начать движение с ускорением, чтобы к точке начала измерения скорость измерительной установки соответствовала требуемой. Требуемая скорость движения измерительной установки должна быть от 40 до 120 км/ч, рекомендуемая скорость движения измерительной установки при проведении измерений – 80 ± 5 км/ч;
- контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние;
- фиксировать каждый километровой знак, установленный на дороге;
- по окончании измерений дезактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.

Значения IRI рассчитываются по отметкам продольного профиля дороги с точностью до 0,01 м/км по каждому 100-метровому участку дороги. По результатам проведенных измерений следует оформлять протокол.

Расчет IRI выполняется путем вычисления четырех переменных в качестве функции измеренного продольного профиля покрытия автомобильной дороги. Данные переменные моделируют динамическую реакцию эталонного транспортного средства, перемещающегося по измеренному профилю.

Уравнения по четырем переменным (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) необходимо решать по каждой точке профиля в соответствии с интервалом сбора данных dx , за исключением первой точки профиля:

$$Z_1 = s_{11}Z'_1 + s_{12}Z'_2 + s_{13}Z'_3 + s_{14}Z'_4 + p_1Y', \quad (5.1)$$

$$Z_2 = s_{21}Z'_1 + s_{22}Z'_2 + s_{23}Z'_3 + s_{24}Z'_4 + p_2Y', \quad (5.2)$$

$$Z_3 = s_{31}Z'_1 + s_{32}Z'_2 + s_{33}Z'_3 + s_{34}Z'_4 + p_3Y', \quad (5.3)$$

$$Z_4 = s_{41}Z'_1 + s_{42}Z'_2 + s_{43}Z'_3 + s_{44}Z'_4 + p_4Y', \quad (5.4)$$

где Z'_1, Z'_2, Z'_3, Z'_4 – значения переменных Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 рассчитанных на предыдущей точке профиля;

s_{ij} и p_j – коэффициенты, рассчитываемые для интервала dx между точками профиля;

Y' – продольный уклон между рассчитываемой и предыдущей точками профиля, определяемый по формуле

$$Y' = \frac{(Y_k - Y_{k-1})}{dx}, \quad (5.5)$$

где Y_k, Y_{k-1} – отметки профиля рассчитываемой и предыдущей точек.

Для первой точки профиля переменные уравнений (5.1)–(5.4) определяют по формулам:

$$Z'_1 = Z'_3 = \frac{(Y_2 - Y_1)}{11}; \quad (5.6)$$

$$Z'_2 = Z'_4; \quad (5.7)$$

$$a = \frac{11}{dx} + 1, \quad (5.8)$$

где Y_1 – отметка первой точки профиля;

Y_a – отметка точки профиля на расстоянии a от начальной точки, определенном по формуле (5.8);

dx – интервал между точками профиля.

Определение ровности измерительным оборудованием типа толчкомер

Метод основан на воздействии неровностей дорожного покрытия на подвеску автомобиля.

Продольная ровность дорожного покрытия при использовании данного метода характеризуется суммарным перемещением подвески микроавтобуса, которое регистрирует толчкомер на километр дороги. Настоящий метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 10 %.

Измерительная установка, включающая:

- микроавтобус;
- информационно-регистрирующее устройство;
- толчкомер с погрешностью измерения продольной ровности дорожных покрытий 5 %;
- устройство для измерения расстояния с погрешностью измерения 1 %;
- рабочее программное обеспечение, обеспечивающее фиксацию значения продольной ровности дорожного покрытия по каждому 100-метровому участку дороги.

Вспомогательные средства измерения:

- манометр шинный ручного пользования 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.

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.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- измерить давление воздуха в шинах колес микроавтобуса измерительной установки манометром; давление воздуха в шинах колес микроавтобуса измерительной установки 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 гири 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 мониторе.

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- установить микроавтобус измерительной установки на расстоянии не менее 100 м от точки начала измерений;
- активизировать программное обеспечение и зафиксировать местоположение начала измерений;
- начать движение измерительной установки с ускорением, чтобы к точке начала измерения скорость соответствовала требуемой; скорость движения измерительной установки при измерениях должна быть 50 ± 5 км/ч;
- контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние, значения продольной ровности дорожного покрытия по каждому 100-метровому участку дороги;
- фиксировать каждый километровый знак, установленный на дороге;
- по окончании измерений дезактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.

Запись информации по каждому 100-метровому участку дороги в файле должна производиться по форме, представленной в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Участок дороги, км		Значение продольной ровности, см	Скорость измерительной установки, км/ч
начало	конец		

Алгоритм обработки результатов измерений

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

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

$$S_{100} = \frac{S_{\text{изм.}i} \cdot 1000}{100}, \quad (5.9)$$

где S_{100} – значение продольной ровности дорожного покрытия 100-метрового участка, приведенное к километровому, см/км;

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

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

$$S_{\text{км}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{изм}i} \cdot 1000}{L_{\text{изм}}}, \quad (5.10)$$

где $S_{\text{изм}i}$ – измеренные значения продольной ровности дорожного покрытия 100-метровых участков, см/км;

$L_{\text{изм}}$ – измеренное расстояние между километровыми знаками, установленными на дороге, м.

По результатам проведенных измерений оформляют протокол.

Лабораторная работа № 6

ОЦЕНКА СЦЕПНЫХ КАЧЕСТВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

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

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

Коэффициент сцепления на покрытии соответствует нормативным требованиям, если выполняется условие:

$$K_{\text{сц, ф}} \geq K_{\text{сц, норм}}, \quad (6.1)$$

где $K_{\text{сц, ф}}$ – измеренное значение коэффициента сцепления с учетом температурной поправки;

$K_{\text{сц, норм}}$ – требуемое значение коэффициента сцепления для эксплуатируемых дорог, принимаемое по табл. 6.1.

Таблица 6.1

Требуемые значения коэффициента сцепления
для эксплуатируемых автомобильных дорог

Категория автомобильной дороги	I	II–III	IV–VI
Коэффициент сцепления	0,45	0,42	0,40

Требования к коэффициенту сцепления на покрытии по условиям безопасности установлены в СТБ 1291, для участков дорог вводимых в эксплуатацию, при возведении и ремонте, установлены в ТКП 45-3.03-19.

При измерении коэффициента сцепления применяется оборудование с полной или частичной блокировкой рабочего колеса, оснащенное системой увлажнения покрытия.

Измерение коэффициента сцепления прибором ПКРС выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 30413 (рис. 6.1). Измерение портативными приборами выполняют в соответствии с требованиями СТБ 1566. Значение коэффициента сцепления, измеренное различными методами, должно приводиться к стандартизированному методу.



Рис. 6.1. Динамометрический прицеп ПКРС-24

Участки дорог, на которых невозможно обеспечить установленную нормами безопасную скорость движения транспортного средства и не позволяющих выполнять измерения передвижными лабораториями, а также на участках с дефектностью 3-го уровня допускается применять портативные приборы для измерения коэффициента сцепления. Эти участки классифицируют как участки со стесненными условиями проведения работ.

Определение коэффициента сцепления прибором ПКРС

Основные параметры прицепного прибора и краткая характеристика установки:

- размеры шины по ГОСТ 20993, дюймы – 6,00–13; 6,15–13; 6,40–13 и 6,45–13;
- тип протектора – с рисунком при глубине его не менее 1,0 мм;
- давление воздуха в шине – 170 ± 20 кПа ($1,7 \pm 0,2$ кгс/см²);
- нагрузка на колесо – $3 \pm 0,03$ кН (300 ± 3 кгс);

- максимальное радиальное биение обода и шины колеса – $2 \pm 0,2$ мм;
- максимальный статический дисбаланс колеса – 50 ± 5 г/см;
- норма увлажнения покрытия – $1 \pm 0,2$ л/м²;
- скорость движения – 60 км/ч;
- общая погрешность измерений – ± 4 %;
- пределы измерения величины коэффициента сцепления – 0,1–1,0.

Подготовка к испытаниям

Новая шина должна пройти обкатку не менее 300 км при скорости 60–80 км/ч, после чего колесо шины должно быть отбалансировано. Подготовленное колесо не должно использоваться при переездах автомобильной установки на дальние расстояния (более 100 км). При износе протектора до оставшейся глубины рисунка менее 1,0 мм дальнейшее использование шины для измерения коэффициента сцепления должно быть прекращено. Перед началом испытаний установка должна проехать не менее 5 км со скоростью 60 км/ч. Во время проведения испытаний необходимо измерять температуру воздуха.

Проведение испытаний

На дорогах и улицах, находящихся в эксплуатации, испытания проводят при движении испытательного колеса по полосе наката левых колес автотранспортных средств, использующих данную полосу движения, а на дорогах и улицах с вновь устроенным покрытием – в пределах всей ширины полосы движения. Испытания следует проводить при температуре воздуха не ниже 0 °С. Во время проведения испытаний скорость поступательного движения испытательного колеса не должна отклоняться от заданной величины более чем на ± 5 км/ч. На каждом из испытываемых участков длиной не менее 1 км необходимо выполнить не менее пяти испытаний. Продолжительность каждого должна составлять 3–4 с. При проведении испытания увлажнение поверхности дороги следует начинать не позже чем за 0,5 с до начала торможения испытательного колеса и заканчивать одновременно с окончанием его торможения. Ширина полосы увлажнения должна быть не менее удвоенной ширины шины испытательного колеса. Полученные величины коэффициента сцепления следует откорректировать в соответствии с данными табл. 6.2.

Таблица 6.2

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

Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия типа ППК

Метод основан на имитации процесса скольжения заблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию (рис. 6.2). Обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 10 %.

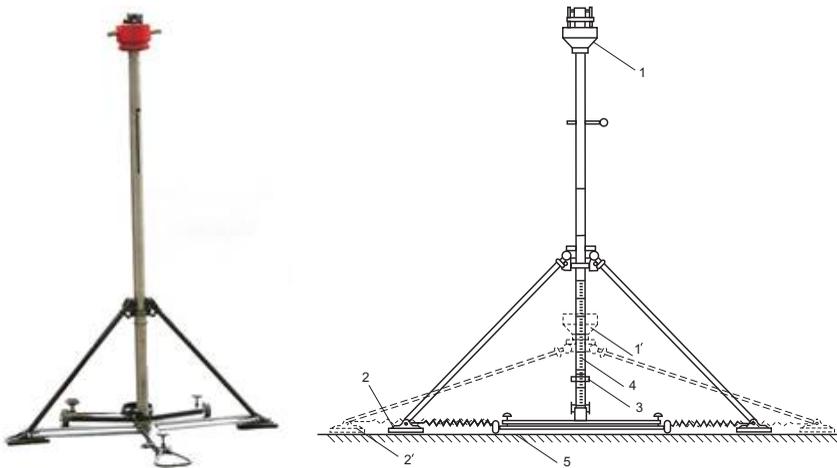


Рис. 6.2. Схема проведения испытаний по определению коэффициента сцепления прибором ППК:

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

Портативный прибор Кузнецова (ППК) имеет диапазон измерения коэффициента сцепления от 0,05 до 0,65, цену деления 0,01, погрешность 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 до 55 °С, ценой деления 1 °С;
- Материалы, вещества:
- вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

Условия проведения испытаний

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

Порядок подготовки к проведению испытаний

При подготовке к проведению испытаний необходимо выполнить следующие работы:

- измерить температуру воздуха;
- установить с помощью рулетки местоположение точек измерения коэффициента сцепления;
- определить с помощью нивелира и рейки продольный уклон участка дороги;
- результаты измерений занести в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Местоположение точек измерения $K_{сц}$, 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
	1 испытание	2 испытание	3 испытание	Среднее			от продольного уклона участка дороги	от температуры воздуха	

Порядок проведения испытаний

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 табл. 6.3.
- Схема проведения испытаний приведена на рис. 6.1.

Алгоритм обработки результатов испытаний

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- вычислить среднее арифметическое значение коэффициента сцепления на каждой точке по результатам трех измерений;
- откорректировать значение коэффициента сцепления с учетом поправок на продольный уклон участка дороги (табл. 6.4) и на температуру воздуха согласно ГОСТ 30413 и занести в табл. 6.3.

Таблица 6.4

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.

Определения коэффициента сцепления прибором маятникового типа

Метод основан на трении резинового образца в виде маятника с поверхностью дорожного покрытия (рис. 6.3). Метод обеспечивает получение значений коэффициента сцепления с точностью до 10 %.

Средства испытаний:

– прибор TRRL с диапазоном определения показателя сцепления от 0 до 160, погрешностью измерения 5 %.

Средства измерений:

- нивелир Н-3 по ГОСТ 10528 с погрешностью измерения 2 мм;
- 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 до 55 °С, ценой деления 1 °С;
- рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502.

Материалы, вещества:

– вода по СТБ 1114 или СТБ 1188.

Схема проведения испытаний приведена на рис. 6.3.

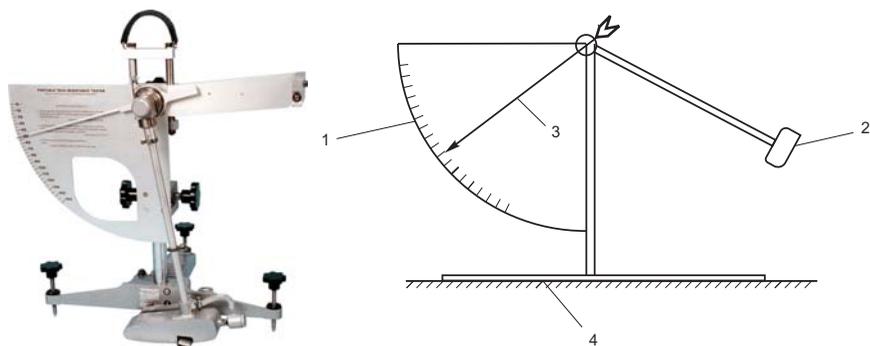


Рис. 6.3. Схема проведения испытаний по определению коэффициента сцепления прибором маятникового типа:

1 – шкала прибора; 2 – маятник; 3 – стрелка; 4 – мокрое покрытие

Условия проведения испытаний

Испытания следует проводить по полосе наката на каждой полосе движения дороги с продольным уклоном на участке не более 10 %.

Температура воздуха должна быть не ниже 0 °С. Коэффициент сцепления следует измерять через каждые 200 м. Дорожное покрытие в местах измерения должно быть мокрым.

Порядок проведения испытаний

При проведении испытаний необходимо выполнить следующие операции:

- измерить температуру воздуха;
- установить прибор в точке измерения коэффициента сцепления;
- зафиксировать маятник прибора в верхнем положении;
- увлажнить дорожное покрытие водой по траектории движения маятника, из расчета 0,05 л на каждое измерение;
- отпустить маятник, чтобы он совершил одно колебание по покрытию, остановив рукой обратное движение;
- по стрелке на шкале прибора зафиксировать значение показателя сцепления;
- в каждой точке выполнить по три измерения.

Алгоритм обработки результатов испытаний

Обработку результатов испытаний следует выполнять в следующей последовательности:

- вычислить среднее арифметическое значение показателя сцепления на каждой точке по результатам трех измерений;
- откорректировать значение показателя сцепления с учетом поправки на температуру воздуха по табл. 6.5;
- откорректированные значения показателя сцепления привести к значениям коэффициента сцепления.

Таблица 6.5

Значение поправки к показателю сцепления в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха, °С	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Поправка к показателю сцепления	-7	-5	-3	-2	0	+1	+2	+3	+4

Оценка шероховатости покрытия проезжей части характеризуется значением средней глубины впадин h_{cp} по методу «песчаное пятно». Предельно допустимые значения средней глубины впадин эксплуатируемых покрытий приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Предельно допустимые значения шероховатости
для эксплуатируемых дорожных покрытий

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

Определение шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»

Метод основан на определении средней глубины впадин покрытия с помощью песка (рис. 6.4). Настоящий метод измерений обеспечивает получение значений шероховатости дорожных покрытий с точностью до 5 %.



Рис. 6.4. Инструмент для измерения методом «песчаное пятно»

Средства измерений:

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

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

– два мерных стаканчика объемом 10 и 25 см³ по ГОСТ 1770.

Вспомогательное оборудование – диск диаметром 100 мм.

Материалы, вещества – диск металлический с резиновой накладкой диаметром 100 мм.

Условия измерений

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.

Порядок подготовки к проведению измерений

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, см³:

10 – на мелкошероховатом;

25 – на среднешероховатом;

50 – на крупношероховатом;

засыпать песок в мерный стаканчик требуемого объема.

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

- высыпать песок 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;
- измерить три раза в различных направлениях диаметр песчаного пятна и занести значения в табл. 6.6;

– выполнить два повторных измерения шероховатости дорожного покрытия.

Таблица 6.6

Результаты испытаний

Местоположение точек км+м	Номер полосы движения дороги	Диаметр песчаного пятна, мм												Значение средней глубины впадин $h_{cp\ i}$, мм			h_{cp} , мм
		1 измерение				2 измерение				3 измерение				1 измерение	2 измерение	3 измерение	
		D_1	D_2	D_3	D_{cp}	D_1	D_2	D_3	D_{cp}	D_1	D_2	D_3	D_{cp}				

Схема проведения измерений приведена на рис. 6.4.

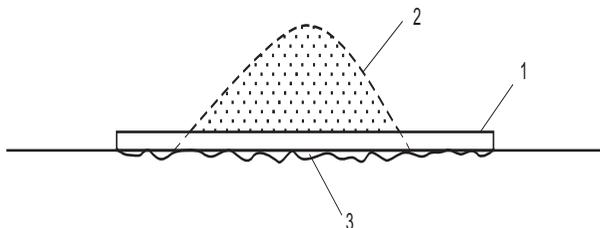


Рис. 6.4. Схема проведения измерений по определению шероховатости дорожных покрытий методом «песчаное пятно»:
 1 – диск; 2 – песок до распределения диском;
 3 – песок после распределения диском

Обработку результатов измерений следует выполнять в следующей последовательности:

- рассчитать среднее арифметическое значение диаметра песчаного пятна D_{cp} с точностью до 0,01 см.
- рассчитать среднюю глубину впадин $h_{cp\ i}$ по каждому измерению с точностью до 0,01 мм по формуле

$$h_{ср i} = \frac{40V}{\pi D_{ср}^2}, \quad (6.2)$$

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

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

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

Определение шероховатости дорожных покрытий методом профилирования

Метод основан на определении бесконтактным способом, с помощью лазерного сенсора, величины, образованной средней линией продольного профиля дорожного покрытия и средней линией между двумя максимальными пиками базовой линии. Метод обеспечивает получение результатов измерений с точностью до 5 %. При применении метода профилирования оценка шероховатости выполняется по каждому десятиметровому участку дорожного покрытия.

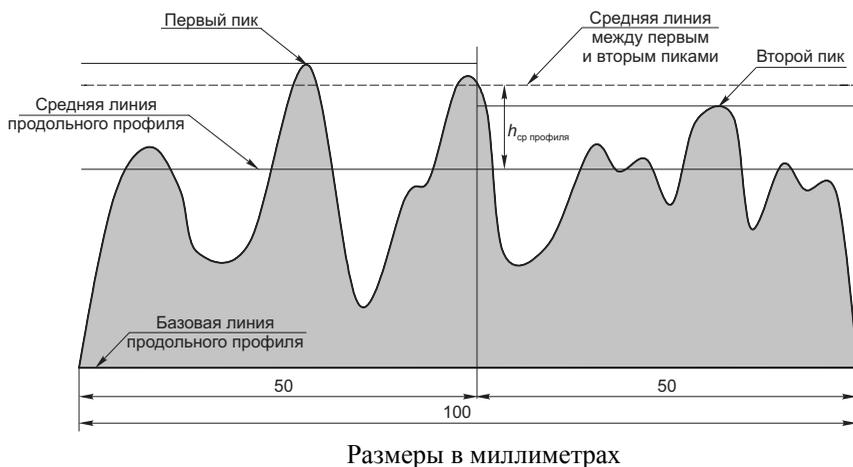


Рис. 6.5. Схема определения средней глубины впадин

Измерительная установка, включает: микроавтобус; лазерный сенсор с диапазоном измерения от 0 до 375 мм, дальностью измерения

не менее 200 мм, погрешностью измерения до 3 %; управляющее устройство лазерного сенсора; информационно-регистрирующее устройство; блок питания; программное обеспечение.

Схема определения шероховатости дорожных покрытий методом профилирования приведена на рис. 6.6.

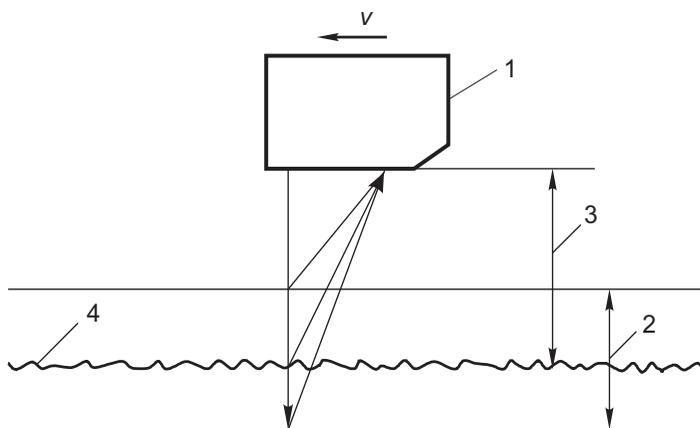


Рис. 6.6. Схема определения шероховатости дорожных покрытий методом профилирования:

v – скорость движения измерительной установки; 1 – лазерный сенсор; 2 – диапазон измерений; 3 – дальность измерения; 4 – профиль дороги

Дорожное покрытие должно быть очищено от пыли и грязи. На вновь уложенных асфальтобетонных дорожных покрытиях измерения следует выполнять не ранее чем через месяц после их устройства. Измерения следует выполнять по каждой полосе движения дороги при температуре воздуха не ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отметки продольного профиля должны измеряться с шагом не менее 0,3 мм.

При подготовке к проведению измерений необходимо выполнить следующие работы:

– определить максимальную скорость движения измерительной установки v , м/с, при измерении с точностью до 1 м/с по формуле (6.3):

$$v = fl, \quad (6.3)$$

где f – частота лазерного сенсора, Гц;

l – шаг измерений, м;

– измерить температуру воздуха;

– проверить надежность крепления оборудования;

– очистить лазерные сенсоры от пыли и грязи;

– подать питание на измерительное оборудование не менее чем за 15 мин до начала измерений;

– проверить работоспособность оборудования и программного обеспечения путем пробного проезда измерительной установки по участку дороги длиной 300 м. Результаты пробных измерений контролировать на мониторе.

Порядок проведения измерений

При проведении измерений необходимо выполнить следующие операции:

– установить измерительную установку на расстоянии 50 м от начала измерений;

– активизировать программное обеспечение;

– начать движение измерительной установки, чтобы к началу измерений скорость ее не превышала максимальную, определенную по формуле (6.3);

– зафиксировать местоположение начала измерений;

– фиксировать каждый километровой знак, установленный на дороге;

– контролировать по монитору скорость движения измерительной установки и измеренное расстояние.

– по окончании измерений деактивировать программное обеспечение и проверить наличие информации.

Алгоритм обработки результатов измерений

Обработку результатов измерений следует выполнять в следующей последовательности:

– принять для расчета шероховатости дорожного покрытия длину базовой линии равной 100 мм;

– определить для каждой базовой линии среднюю линию продольного профиля дорожного покрытия;

– разделить базовую линию на два равных участка протяженностью по 50 мм;

– определить максимальный пик выступа продольного профиля дорожного покрытия на каждом из двух участков базовой линии (первый пик и второй пик);

– определить среднюю глубину продольного профиля дорожного покрытия $h_{\text{ср. профил}}$, как расстояние от средней линии между первым и вторым пиками до средней линии продольного профиля дорожного покрытия;

– привести значение шероховатости дорожного покрытия, определенное методом профилирования, к значению по методу «песчаное пятно» с точностью до 0,01 мм по формуле:

$$h_{\text{ср. профил}} = 0,2 + 0,8h_{\text{ср. профил}} \quad (6.4)$$

Лабораторная работа № 7

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ПО ДЕФЕКТНОСТИ

Дефектность покрытия – характеристика состояния дорожной одежды, определяемая отношением расчетной площади деформированных участков покрытия к общей площади покрытия, выражается в процентах.

Для оперативной и предварительной оценки состояния дорожного покрытия допускается применять метод визуального осмотра по баллам для каждого стометрового участка. При этом не устанавливаются числовые значения объемов дефектов, но устанавливается уровень дефектности.

Характеристика состояния покрытия по баллам, соответствующий уровень дефектности, оценка эксплуатационного состояния и качества содержания приведены в табл. 7.1.

Для получения данных о состоянии дорожного покрытия применяют автоматизированный и визуальный методы обследования с фиксацией вида дефекта и его объема.

Таблица 7.1

Характеристика состояния покрытия по баллам

Характеристика состояния покрытия	Оценка в баллах	Уровень дефектности	Оценка эксплуатационного состояния и качества содержания
Дефекты на покрытии отсутствуют или имеются отдельные одиночные трещины на расстоянии друг от друга более 40 м	5	–	5, 4
На покрытии имеются незначительные дефекты, редкие не пересекающиеся между собой трещины на расстоянии от 20 до 40 м, незначительная сегрегация	4	ДП 1	5, 4, 3
Наличие на покрытии дефектов: частые трещины 1-го уровня, колеи глубиной до 15 мм, незначительные участки шелушения или частых трещин, ровность не вызывает дискомфорта при движении	3	I–III кат. – ДП 2; IV–V кат. – ДП 1	4, 3
Наличие на покрытии дефектов различного характера: значительный износ покрытия (выбоины, заплаты, шелушение), нарушены поперечные уклоны проезжей части, колеи глубиной до 30 мм, незначительные просадки, ощущаются неровности при движении автомобиля	2	I–III кат. – ДП 3; IV–V кат. – ДП 2	3, 2
Покрытие сильно изношено, имеются дефекты различного характера, нарушены поперечные уклоны, колеи глубиной более 30 мм, просадки, при движении ощущается дискомфорт	1	ДП 3	3, 2, 1

При *автоматизированном методе* выполняется сканирование поверхности дорожного покрытия с последующей идентификацией дефектов (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Установка сканирования дефектов

При *визуальном методе* производится сбор дефектов с автомобиля, движущегося со скоростью 30–40 км/ч, путем введения вида и объема дефекта в бортовой компьютер с автоматизированной привязкой местоположения дефекта на дороге с видеорегистрацией дорожного покрытия. В ходе обследования покрытия фиксируют имеющиеся на покрытии дефекты и их объемы согласно классификатору дефектов.

Различают дефекты линейного и площадного характера, дефекты для цементобетонного и асфальтобетонного покрытий. Линейные дефекты фиксируют в метрах и приводят к площади с применением коэффициентов приведения K_3 . Для каждого дефекта установлен коэффициент весомости. Расчет дефектности дорожного покрытия выполняется для участков протяженностью не более 100 м.

Дефектность покрытия (ДП) определяется процентом дефектности от общей площади оцениваемого участка покрытия по формуле:

$$\text{ДП} = 100 \cdot \frac{S}{S_1}, \quad (7.1)$$

где S – расчетная площадь дефектности участка, м^2 ;

S_1 – площадь оцениваемого участка, м^2 .

Площадь участка определяется по формуле

$$S_1 = BL, \quad (7.2)$$

где B – ширина участка асфальтобетонного или цементобетонного покрытия, занятая дефектом, м;

L – длина участка, м.

В зависимости от процента дефектности покрытия различают три уровня дефектности (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Значения дефектности дорожного покрытия в зависимости от уровня дефектности

Категория дороги	Дефектность дорожного покрытия, %		
	Уровень 1 (ДП 1)	Уровень 2 (ДП 2)	Уровень 3 (ДП 3)
I–II	5–10	Более 10–20	Более 20
III	10–15	Более 15–25	Более 25
IV–VI	15–20	Более 20–30	Более 30

Оценка колейности на покрытии

При оценке колеи на покрытии приводится общий объем колеи и протяженность километров с зафиксированной колеей для каждого уровня. Для оценки колейности профилометрическим методом установлено три уровня колеи по величине ее глубины:

1-й уровень – глубина колеи от 10 до 15 мм;

2-й уровень – глубина колеи от 15 до 30 мм;

3-й уровень – глубина колеи более 30 мм.

При измерении колейности профилометрическим методом частота измерений глубины колеи должна составлять не менее одного измерения на каждые 10 м.

При измерении глубины колеи с помощью трехметровой рейки и измерительного клина по ГОСТ 30412 суммарная длина участков измерений глубины колеи должна составлять не менее 10 % длины участка с колейностью.

Учебное издание

СОБОЛЕВСКАЯ Светлана Николаевна
ХОДАН Елена Петровна

**ДИАГНОСТИКА
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Пособие
для студентов специальности
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Редактор *В. И. Акулёнок*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 30.09.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,24. Уч.-изд. л. 3,32. Тираж 150. Заказ 999.

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.