

Министерство транспорта Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«РОССИЙСКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ» (ФГУП «РОСДОРНИИ»)

УДК
№ госрегистрации
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
_____ К.В. Могильный
« ____ » _____ 2013 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследование влияния высоких температур воздуха на
эксплуатационное состояние дорожных покрытий с разработкой ОДМ
"Методические рекомендации по обеспечению сохранности
автомобильных дорог в летний период года"

(промежуточный)

РАЗРАБОТКА ПЕРВОЙ РЕДАКЦИИ ПРОЕКТА ОДМ «МЕТОДИЧЕСКИЕ
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОХРАННОСТИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА»

Государственный контракт № УД 47/249 от 19.12.11, 3 этап

Заведующий отделением
методов проектирования и экспертизы проектной
документации, д-р.техн. наук _____ А.М. Кулижников

Москва 2013 год

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:
Заведующий отделением
методов проектирования и
экспертизы проектной
документации, д.т.н.

11 февраля 2013

А.М.Кулижников
(общее
руководство,
редакция разделов
1-8)

Исполнители темы:
Заведующая лабораторией
нежестких дорожных одежд
ФГУП «РОСДОРНИИ»

11 февраля 2013

Л.А. Горелышева
(раздел 2,3,5)

Старший научный работник
лаборатории
нежестких дорожных одежд
ФГУП «РОСДОРНИИ»

11 февраля 2013

А.А. Штрюмберг
(раздел 2,3,5)

Главный специалист
лаборатории
нежестких дорожных одежд
ФГУП «РОСДОРНИИ»

11 февраля 2013

В.Н. Гарманов
(раздел 2,3,5)

Главный специалист отдела
проектно-изыскательских работ
ФГУП «РОСДОРНИИ»

11 февраля 2013

Т.С.Кулижникова
(составление
отчета,
разделы 1-8)

Пояснительная записка

Первая редакция проекта отраслевого методического документа «Методические рекомендации по обеспечению сохранности автомобильных дорог в летний период года»

Контактное лицо от организации – разработчика: заведующий отделением методов проектирования и экспертизы проектной документации, д-р техн. наук, профессор А.М. Кулижников.

Основание для разработки: Государственный контракт № УД 47/249 от 19 декабря 2011 г. с техническим заданием к нему.

Объектом исследования являются автомобильные дороги с асфальтобетонным покрытием.

Цель работы – обеспечение сохранности автомобильных дорог в период летних высоких температур воздуха.

Область применения – при проектировании и строительстве, капитальном ремонте, ремонте автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием.

Отличие и новизна - в работе выполнено дорожно-климатической районирование территории Российской Федерации применительно ограничения движения транспортных средств по автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием. На основе результатов лабораторных исследований даны рекомендации по проектированию сдвигоустойчивых асфальтобетонов в верхних и нижних слоях покрытия. На основе анализа результатов наблюдений на дорожных метеостанциях (см. отчет) за температурным режимом воздуха, верхних и нижних слоев покрытий определены сроки ограничения движения в летний период в каждом дорожно-климатическом районе. Представлены рекомендации по организации движения и содержанию автомобильных дорог в летний период.

Разработанные методические рекомендации опираются на следующие технические регламенты, национальные стандарты и стандарты организаций, согласованные с Росавтодором:

- Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ.
- ГОСТ 8269.0-97*. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
- ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
- ГОСТ 22245-90*. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
- ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Технические условия.
- ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
- ГОСТ Р 52056-2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия
- ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования
- СТО 5718-58528024-001-2008 Вяжущие БИТРЭК, смеси резиноасфальтобетонные и резиноасфальтобетоны на их основе. Технические условия.

Руководитель НИР

А.М. Кулижников

Сводка замечаний и предложений

по первой редакции проекта ОДМ «Методические рекомендации по обеспечению сохранности автомобильных дорог в летний период года»

Структур- ный элемент ОДМ	Наименование организации (номер письма, дата)	Замечание, предложение	Заключение разработчика
1	2	3	4
	Росавтодор № 04-29/4304 от 27.03.2013	В отчете отсутствует раздел по экономическому обоснованию необходимости введения временного ограничения движения в летний период. Как показала практика согласования в 2013 году приказа Росавтодора от 18.03.2013 № 47 «О введении временных ограничений движения транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования федерального значения в 2013 году с Минэкономразвития России такое обоснование необходимо.	Принято частично. Техническое обоснование всех принятых в разработанном ОДМ решений приведено в ранее сданных отчетах и обосновывающих материалах. Согласно техническому заданию на выполнение научно-исследовательских работ по договору № 49/249 от 19.12.2011 г. раздел по экономическому обоснованию необходимости введения временного ограничения движения в летний период в перечень работ по данному договору не входит. Необходимость экономического обоснования возникла только в 2013 г., в то время как договор был подписан в 2011 г. Разработка экономического обоснования это отдельный вопрос. Решение его требует достаточно большого времени (анализ состава и интенсивности движения по различным федеральным дорогам, объем перевозок на разных дорогах, транспортные потери от ограничения движения в зависимости от состава движения, учет задержки времени поставки грузов, потери бизнеса и т.д.). ФГУП «РОСДОРНИИ» готов выполнить работу по экономическому обоснованию на условиях новой темы НИОКР или дополнительного соглашения к данному договору с существенным продлением сроков выполнения перечисленных работ.

1	2	3	4
	Росавтодор № 04-29/4304 от 27.03.2013	В соответствии с отчетом (раздел 7.2) ограничение осуществляется для транспортных средств грузоподъемностью 7,5 т и более, при этом также отсутствует обоснование данной величины. В порядке введения временного ограничения движения, утвержденного приказом Минтранса России от 12 августа 2011 г. № 211 «Об утверждении Порядка осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам федерального значения и частным автомобильным дорогам» в летний период ограничение вводится только для тяжеловесных транспортных средств.	Принято. Даны рекомендации по ограничению осевых нагрузок транспортных средств. В соответствии с приказом Минтранса России от 12 августа 2011 г. № 211 предельно допустимые осевые нагрузки транспортных средств даны для применения на автомобильных дорогах в условиях, не учитывающих влияние высоких температур наружного воздуха и периода их действия. В техническом задании была поставлена задача о внесении изменения в Приказ в связи с потеплением климата. Рекомендации по ограничению осевых нагрузок были приняты по результатам опытно-экспериментальных работ и анализу зарубежного опыта.
	Росавтодор № 04-29/4304 от 27.03.2013	В отчете отсутствует обоснование предлагаемой величины температуры (25 град.) для введения ограничения. Не понятны рекомендации по срокам введения ограничения (через пять дней после наступления указанной температуры)	Принято частично. В ОДМ в разделе 5.1 дано обоснование предлагаемой величины температуры (25 град.) и рекомендации по срокам введения ограничения (через пять дней после наступления указанной температуры). Ввиду трудного восприятия данного раздела, раздел был переработан. В работе определена температура предела текучести для разных видов асфальтобетона. По предельной температуре для пористого асфальтобетона в 34 ⁰ С по формуле было определено время, когда под действием температуры наружного воздуха 25 ⁰ С в течение 5 дней в нижнем слое асфальтобетонного покрытия начинался процесс колееобразования. Температура наружного воздуха в 25 ⁰ С, (при которой температура нижнего слоя покрытия достигала 34 ⁰ С) была определена по данным метеостанций на дорогах федерального значения. При этом учитывалось, что на основной массе дорог нижний слой покрытия выполнен из пористого асфальтобетона.

1	2	3	4
	Росавтодор № 04-29/4304 от 27.03.2013	В целях практического использования данного отчета необходимо по зонам районирования привести перечень участков дорог с асфальтобетонным покрытием с указанием обслуживающих дорожных организаций. Данное замечание относится и к периодам ограничения (очень большой разброс, не понятно как, когда и конкретно где вводить ограничение).	Принято к сведению Согласно техническому заданию на выполнение научно-исследовательских работ по договору № 49/249 от 19.12.2011 г. в перечень этапов входят работы по анализу, по проведению исследований и наблюдений, лабораторных работ, а также теоритическому обоснованию рекомендаций. Указанный в замечании вопрос не входит в перечень работ, предусмотренных техническим заданием.

Руководитель темы,
зав. отделением ФГУП «РОСДОРНИИ»

А.М.Кулижников

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
СОХРАННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА
(ВТОРАЯ РЕДАКЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(Росавтодор)**

МОСКВА 2013

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «РОСДОРНИИ» по заказу Федерального дорожного агентства.

2 ВНЕСЕН Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от «____» _____ 2013 г. № _____

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	1
3 Термины, определения и сокращения.....	2
4 Основные положения.....	4
5 Рекомендации по проектированию дорожных одежд и асфальтобетонных смесей для обеспечения сохранности автомобильных дорог в период летних высоких температур.....	5
5.1 Определение сдвигоопасной температуры покрытия и продолжительность её действия.....	5
5.2 Проектирование состава асфальтобетонных смесей	10
5.3 Выбор типа сдвигоустойчивого асфальтобетона.....	14
5.4 Рекомендации по проектированию автомобильных дорог.....	17
6 Климатическое районирование территории Российской Федерации применительно к ограничению движения транспортных средств в период летних высоких температур.....	19
7 Рекомендации по организации движения транспортных средств для обеспечения сохранности дорог в период летних высоких температур.....	21
8 Рекомендации по содержанию асфальтобетонных покрытий в период летних высоких температур	26
Приложение А Среднемноголетняя суточная температура воздуха и количество дней	35
Приложение Б Ускоренная методика РОСДОРНИИ для испытания асфальтобетона на колееобразование на приборе ФР-2	37
Приложение В Методика определения реологических характеристик асфальтобетона на приборе конический пластометр.....	39
Приложение Г Предельно допустимые осевые нагрузки и масса транспортных средств.....	41
Библиография.....	43

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по обеспечению сохранности автомобильных дорог в летний период года (Вторая редакция)

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ устанавливает рекомендации по обеспечению сохранности автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием в летний период высоких температур во избежание образования на покрытии колеи, наплывов, волн и сдвигов, зависящих от вязко-пластичного состояния асфальтобетона.

1.2 Положения настоящего методического документа предназначены для применения в дорожном хозяйстве при проектировании, строительстве, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог.

1.3 В настоящем отраслевом дорожно-методическом документе не рассматриваются такие факторы колееобразования на асфальтобетонных покрытиях, как износ и истирание материала покрытия, накопление остаточных деформаций в слоях основания дорожной одежды и грунтах земляного полотна.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ.

ГОСТ 8269.0-97*. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

ОДМ 218.2.XXX-2013

ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.

ГОСТ 22245-90*. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Технические условия.

ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

ГОСТ Р 52056-2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия

ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования

Примечание - При пользовании настоящим ОДМ следует проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты» и по соответствующим информационным указателям. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 дневная температура воздуха: Максимальная температура воздуха с 11 до 17 часов дня.

3.2 дорожно-климатическое районирование применительно к ограничению движения транспортных средств в летний период года: Разделение территории на районы с одинаковыми или близкими условиями, влияющими на теплоустойчивость и деформационную устойчивость покрытия в летний период.

3.3 интервал пластичности асфальтобетона: Диапазон температур, при котором в асфальтобетоне изменяется степень пластичности от 0 (при температуре хрупкости) до 1 (при температуре размягчения).

3.4 колееобразование: Процесс образования колеи в дорожном покрытии при воздействии внешних факторов.

3.5 период ограничения движения: Продолжительность ограничения движения транспортных средств по времени в период летних высоких температур.

3.6 сдвигоопасная температура материала покрытия (T_{on}): Температура, при которой происходит интенсивный переход асфальтобетона из упруго-вязкого в вязко-пластичное состояние.

3.7 среднемноголетний период с максимальной дневной температурой воздуха: Среднеарифметическое количество дней за многолетний летний период максимальной дневной температура воздуха, равной 25°C и более.

3.8 степень пластичности асфальтобетона: характеристика пластичности асфальтобетона в зоне перехода материала из твердого упруго вязкого состояния (степень пластичности 0) в вязко-пластичное состояние (степень пластичности 1).

3.9 температура предела текучести материала покрытия (T_o): Температура, при которой появляются первые признаки нарушения теплоустойчивости материала асфальтобетонного покрытия и начинается развитие колеи.

3.10 теплоустойчивость асфальтобетона: Сохранение асфальтобетоном своих свойств в покрытиях автомобильных дорог при изменении температуры.

4 Основные положения

4.1 Настоящим отраслевым дорожным методическим документом установлены рекомендации по обеспечению сохранности дорог с асфальтобетонным покрытием в период летних высоких температур, направленные на предотвращение в процессе эксплуатации дорог в данный период причинение вреда жизни и здоровью людей в соответствии с ФЗ № 384 от 30 декабря 2009 г.

4.2 В документе по результатам лабораторных исследований, многолетних наблюдений на участках автомобильных дорог и данным метеостанций, расположенных на федеральных дорогах, определена температура воздуха, при которой возникает сдвигоопасная температура и условия её возникновения для различных видов асфальтобетонных смесей на разных вяжущих. На основе выполненных исследований представлены рекомендации по применению различных типов асфальтобетона, использованию разных вяжущих и минеральных наполнителей для асфальтобетонов, а также - по проектированию асфальтобетонных смесей.

4.3 Дорожно-климатическое районирование территории Российской Федерации применительно к ограничению движения транспортных средств в период высоких летних температур выполнено на основании анализа данных гидрометеослужбы [1] по среднемноголетнему количеству дней с максимальной дневной температурой наружного воздуха в городах восьми Федеральных округов: Центральный – Москва, Тула, Орел, Воронеж, Смоленск; Северо-Западный - Санкт-Петербург, Калининград, Архангельск; Приволжский – Ульяновск, Оренбург, Ижевск; Уральский – Ханты-Мансийск, Челябинск, Тюмень; Сибирский – Новосибирск, Красноярск, Иркутск; Дальневосточный - Хабаровск, Якутск, Магадан; Южный – Волгоград, Краснодар, Ростов на Дону, Сочи; Северо-Кавказский - Ставрополь, Махачкала, Владикавказ. При районировании учтены результаты наблюдений за колеобразованием, а также температурные

режимы воздуха, верхних и нижних слоев асфальтобетонных покрытий, собранные на 30 дорожных автоматизированных системах метеорологического обеспечения, расположенных на автомобильных дорогах в различных регионах Российской Федерации.

В настоящем отраслевом методическом документе даны рекомендации по организации движения и обеспечению сохранности автомобильных дорог в период высоких летних температур, в том числе по введению ограничения движения транспортных средств в дневное время суток в период, определенный для каждого дорожно-климатического района.

5 Рекомендации по проектированию дорожных одежд и асфальтобетонных смесей для обеспечения сохранности автомобильных дорог в период летних высоких температур

5.1 Определение сдвигоопасной температуры покрытия и продолжительность её действия

5.1.1 Формирование колеи зависит от типа применяемого вяжущего, свойств и теплофизических характеристик асфальтобетона, конструкции верхних слоев дорожной одежды и условий эксплуатации дорожного покрытия (температура воздуха, солнечная радиация, время воздействия высокой температуры и солнечной радиации, состав и интенсивность движения). Многолетний опыт эксплуатации дорог и данные по среднемноголетнему количеству дней с максимальной дневной температурой наружного воздуха (Приложении А) показывают, что на основной части территории Российской Федерации наблюдаются условия, способствующие образованию колеи, наплывов, волн и сдвигов, зависящих от упруго-вязко-пластичного состояния асфальтобетона.

Сдвигоопасная температура материала покрытия (T_{on}) является определяющей характеристикой, так как при ней образуются

ОДМ 218.2.XXX-2013

прогрессирующие сдвиговые деформации и происходит формирование колеи.

5.1.2 Температура предела текучести материала покрытия (T_o), при которой появляются первые признаки нарушения теплоустойчивости асфальтобетонного покрытия и начинается развитие колеи [2] представлены в таблице 1. Температуру предела текучести материала покрытия принимают за начальную точку отсчета, когда начинается образование колеи.

Таблица 1 – Температуры предела текучести для разных видов асфальтобетонов ($T_o, ^\circ\text{C}$) на различном органическом вяжущем

Вид асфальтобетона	Вид вяжущего, марка	Температура предела текучести, ($T_o, ^\circ\text{C}$)	Интервал пластичности асфальтобетона ($^\circ\text{C}$)
Горячий плотный, тип Б	Битум нефтяной БНД 60/90 (реологический тип II [3])	45	65-72
	Битум нефтяной БНД 90/130 (реологический тип II [3])	42	60-68
	Битум нефтяной БНД 60/90 (реологический тип I [3])	40	55-62
	Битумно-резиновое вяжущее 40/60	72	80-95
	Полимербитумное вяжущее 40	57	более 95
Горячий пористый I марки	Битум нефтяной БНД 60/90 (реологический тип II [3])	32	38-45
	Битум нефтяной БНД 90/130 (реологический тип II [3])	30	35-40
	Битум нефтяной БНД 60/90 (реологический тип I [3])	39	50-56
	Битумно-резиновое вяжущее 40/60	45	более 80
	Полимербитумное вяжущее 40	45	более 80,0
ЩМА 10	Битум нефтяной БНД 60/90 (реологический тип II [3])	55	более 100
	Битумно-резиновое вяжущее 40/60	55	более 100

5.1.3 Переход асфальтобетона из упруго-вязкого в вязко-пластичное состояние происходит при температурах покрытия, превышающих температуру предела текучести материала покрытия T_o . Переход асфальтобетона в вязко-пластичное состояние зависит в основном от условий эксплуатации (состав и интенсивность движения), от типа и свойств применяемого органического и асфальтового вяжущего, а также пористости асфальтобетона.

5.1.4 Эксплуатационную температуру материала покрытия ($T_{экс}$) определяют по формуле (1):

$$T_{экс} = T_{см} + T_{эkv} , \quad (1)$$

где $T_{экс}$ – эксплуатационная температура материала покрытия, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{см}$ – средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{эkv}$ – эквивалентная температура, обеспечивающая дополнительный нагрев материала покрытия от солнечной радиации, $^{\circ}\text{C}$.

5.1.5 Эквивалентная температура, обеспечивающая дополнительный нагрев материала покрытия от солнечной радиации, определяется по формуле (2):

$$T_{эkv} = \frac{\rho I}{\alpha_n} , \quad (2)$$

где ρ – коэффициент поглощения асфальтового покрытия, этот коэффициент принят равным 0,8 по [4];

α_n – коэффициент теплоперехода, принят для дорожных покрытий равным 23 Вт/м² град [5];

I – интенсивность полного солнечного облучения Вт/м² [6];

5.1.6 Интенсивность полного солнечного облучения определяется по формуле (3):

$$I = \theta_{\max} - \theta_{\text{ср}}, \quad (3)$$

где $\theta_{\max}$ – максимальная суммарная солнечная радиация, Вт/м² ;

$\theta_{\text{ср}}$ – средняя суммарная солнечная радиация, Вт/м²;

5.1.7 Максимальные и средние значения суммарной солнечной радиации [6] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальные и средние значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) при безоблачном небе в июле на горизонтальную поверхность в Вт/м²

Горизонтальная поверхность		Географическая широта φ					
		36	40	46	50	52	56
	$\theta_{\text{ср}}$	344	333	329	328	329	327
	$\theta_{\max}$	1000	928	880	859	652	817

5.1.8 Если по результатам расчетов эксплуатационная температура покрытия $T_{\text{экс}}$ больше чем температура предела текучести материала покрытия T_o , то происходит колееобразование, причем с увеличением разности этих температур ускоряется и процесс колееобразования.

5.1.9 Сдвигоопасная температура материала покрытия рассчитывается по формуле (4) [7]:

$$T_{\text{он}} = 0,7 T_{\text{экс}} + 0,3 T_o, \quad (4)$$

При этом T_{on} будет больше T_o . Если данное условие не выполняется, то в данном регионе, при данном материале покрытия деформации колееобразования, вызванные снижением теплоустойчивости асфальтобетона не происходят.

5.1.10 За период действия опасной по критерию сдвигоустойчивости температуры покрытия T_{on} , принимается время t , за которое накапливается остаточная (необратимая) деформация $\varepsilon_{ост}$, в результате которой образуется колея. При этом время воздействия сдвигоопасной температуры материала покрытия T_{on} будет зависеть от температуры предела текучести материала покрытия T_o и его теплофизических свойств.

Для расчета времени, необходимого для достижения сдвигоопасной температуры материала покрытия применяют коэффициент K_t [8] в зависимости от T_o по таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициент K_t для расчета времени действия T_{on}

T_o , °C (покрытия)	Коэффициент K_t для расчета времени действия температуры T_{on}
34-40	1,00
41-56	2,00
57-62	3,60
63-72	6,00

5.1.11 Время, необходимое для начала действия температуры T_{on} по критерию сдвигоустойчивости, во время которого образуется колея глубиной до 5 мм, определяют по формуле (5):

$$t = K_t * 5, \quad (5)$$

где t – время, необходимое для начала действия температуры T_{on} , сутки;

ОДМ 218.2.XXX-2013

5 – количество последовательных суток наиболее теплого месяца, когда температура воздуха превышает значение $T_{0,95}$. (наличие этого условия определяют по [9,10]);

$T_{0,95}$ – температура воздуха с обеспеченностью 0,95, °C, по СНиП 23-01-99 [11];

K_t – коэффициент для расчета времени действия, выбирают в зависимости от свойств асфальтобетона, характеризуемых температурой предела текучести материала покрытия T_o .

5.1.12 При превышении T_{on} над $T_{экс}$ более, чем на 20% действие T_{on} , рассчитанной по формуле (4), наступает по истечении двух суток.

5.2 Проектирование состава асфальтобетонных смесей

5.2.1 Для обеспечения сохранности автомобильных дорог в период летних высоких температур верхние слои покрытия рекомендуется проектировать из сдвигоустойчивых высокоплотных или плотных асфальтобетонов, в том числе дисперсно-армированных. Летние высокие температуры обуславливают устройство более плотных смесей и в нижних слоях покрытия.

5.2.2 Проектирование состава асфальтобетонной смеси производят с целью определения такого соотношения компонентов, при котором обеспечиваются оптимальная структура и заданные показатели технических свойств асфальтобетона.

5.2.3 Проектирование состава сдвигоустойчивого асфальтобетона включает следующие операции:

- выбор и проверка качества исходных материалов;
- обоснование и расчет гранулометрического состава минеральной смеси;
- определение оптимального соотношения битум : минеральный порошок : песок;

-определение оптимального количества битума, минерального порошка, песка в смеси методом Маршалла [12];

-контрольные испытания лабораторных образцов.

5.2.4 Проектирование минеральной части асфальтобетона выполняют по предельным кривым плотных смесей и по оптимальному соотношению битум : минеральный порошок : песок.

5.2.5 Выбор минеральных материалов осуществляют в зависимости от категории дороги и условий движения транспорта (скорость, интенсивность, состав движения).

5.2.6 Свойства применяемого щебня приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Свойства щебня, применяемого для устройства сдвигоустойчивых асфальтобетонных покрытий [13]

Показатели	Категории и классы дорог по ГОСТ Р 52398				
	Автома- гистраль IА	Скорост- ная IБ	Обычная, не скоростная		
			I В	II	III
1	2	3	4	5	6
Тип щебня [19]	1S	1S	1	2	3
Вид горной породы *	Извержен- ные	Извер- женные	Извер- женные	Извер- женные, мета- морфи- ческие	Извер- женные, метамор- фические
Марка по дробимости, не ниже	1400	1400	1200	1200	1000
Потеря массы при испытании на истираемость, % по массе, не более	18	18	20	20	25
Марка по морозостойкости, не менее	F200	F200	F150	F100	F100
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игольчатой форм, % по массе, не более	8	8	10	10	15
Содержание зерен слабых пород, % по массе, не более	5	5	5	5	10
Содержание пыли и глины % по массе, не более	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Содержание зерен кубовидной формы **, % по массе, не менее	92	90	70	не нормируется	
* В соответствии с ГОСТ 8269.0 п. 4.13.					
** Зерна кубовидной формы считаются зерна щебня, отвечающие требованиям [14, 15] и имеющие сколы на 70 % поверхности зерен.					

5.2.7 Выбор типа и марки органического вяжущего осуществляют в зависимости от климатических условий прохождения дороги по таблицам 5 и 6.

Таблица 5 - Свойства битумных вяжущих, применяемых для устройства сдвигоустойчивых асфальтобетонных покрытий

Наименование показателей битумных вяжущих	Дорожно-климатические зоны [16]	
	I, II зона север	II центр и юг, III –V
Интервал пластичности, $(t_{xp} + t_{киш}), ^\circ\text{C}$	Не менее 70	Не менее 60
Индекс пенетрации в соответствии с ГОСТ 22245	+ 2	-2 ÷ +2
Эластичность, % при 25 ⁰ С в соответствии с ГОСТ Р 52056	не менее 30	
П р и м е ч а н и я :		
1 Если интервал пластичности меньше 60 ⁰ С, то применяют модифицированные битумы, битумно-резиновые или полимербитумные вяжущие.		
2 $It_{xp}I$ – температура хрупкости, принятая по абсолютной величине.		
3 $t_{киш}$ – температура размягчения по кольцу и шару.		

Таблица 6 - Выбор марки вяжущего в зависимости от района проектирования дороги (дорожно-климатической зоны и температуры воздуха с обеспеченностью 0,95)

Дорожно-климатическая зона	Температура воздуха в летний период с обеспеченностью 0,95, °С	Марка вяжущего
1	2	3
I	от 16 до 20	БНД 90/130, ПБВ 60 и ПБВ 90, Битумно-резиновое вяжущее 60,90
II-III	от 20,1 до 25,0	БНД 60/90, БНД 90/130, ПБВ 60,90, Битумно-резиновое вяжущее 40,60,90
III, IV	от 25,1 до 28,0	БНД 40/60, БНД 60/90, ПБВ 40 и 60, Битумно-резиновое вяжущее 40,60
V	от 28,1 до 32,0	БНД 40/60, БНД 60/90, ПБВ 40 и 60, Битумно-резиновое вяжущее 40,60
Примечание - Битумы нефтяные дорожные отвечают рекомендациям ГОСТ Р 22245, полимербитумные вяжущие - ГОСТ Р 52056, битумно-резиновые вяжущие – СТО 5718-58528024-001-2008		

5.2.8 Подбор соотношения битум: минеральный порошок и определение количества песка:

-выбор соотношения битум: минеральный порошок заключается в установлении соотношения, при котором смесь обладает заданной пластичностью, определяемой по методу Маршалла;

-определение оптимального количества песка, причем количество дробленого по отношению к природному песку устанавливают не менее 60%.

Количество песка в смеси определяют расчетом, как для заполнения 50-56 % пустот минеральной части, при этом гранулометрический состав не выходит за рамки предельных кривых для выбранной смеси.

5.2.9 Проектирование оптимального состава сдвигоустойчивой асфальтобетонной смеси выполняют по методу Маршалла. При этом

ОДМ 218.2.XXX-2013

определение оптимального количества битум : минеральный порошок : песок определяют пробным, лабораторным замесом и испытанием образцов по степени пластичности и средней плотности. Строят графики зависимости этих величин от содержания битума : минерального порошка : песка. Определяют содержание битума : минерального порошка : песка при максимальной плотности и минимальной пластичности смеси, после этого выбирают среднее значение.

5.2.10 Делают контрольный замес и определяют полученные свойства смеси. Кроме стандартных показателей определяют также колейность (процент от толщины слоя), степень пластичности при двух температурах (25 °С и 50 °С). Методика испытаний на колейность и степень пластичности приведена в Приложениях Б, В. Затем рассчитывают температуру предела текучести материала (T_0 , °С) и интервал пластичности. Если требуется корректировка состава, то контрольный замес после этого повторяют.

5.3 Выбор типа сдвигоустойчивого асфальтобетона

5.3.1 Рекомендуемые характеристики асфальтобетонных смесей (исходя из условий сдвигоустойчивости), предназначенные для применения в верхних и нижних слоях дорожного покрытия представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Характеристики сдвигоустойчивых асфальтобетонных смесей для верхних и нижних слоев дорожного покрытия

Наименование показателей	Тип асфальтобетона	Показатели при толщине слоя, см		Температурный режим покрытия*
		4-6	Более 6	
1	2	3	4	5
Предел прочности на сжатие* при 50 °С, МПа	Горячий плотный Б Горячий пористый мелкозернистый ЩМА	Не менее 1,6 Не менее 1,0 Не менее 2,0	Не менее 1,2 Не менее 0,8 Не менее 1,5	Для всех типов смеси соотношение температуры покрытия T_{on} (по формуле 4) и температуры предела текучести смеси (T_0) контролируют равным 0,6 – 0,85

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5
Соотношение «битум-минеральный порошок» (Б/МП)	Горячий плотный Б Горячий пористый мелкозернистый ЦМА	0,4-0,6 Не менее 0,35 Не менее 0,45		
Степень пластичности по ползучести	Для всех видов смесей	0,2 – 0,5 для I-III дорожно-климатических зон 0,2 – 0,65 для зон IV –V		
Колейность, % от толщины слоя	Для всех видов смесей	Для тяжелого и интенсивного движения - не более 6 Для легкого и среднего - не более 10		
Примечание - Значения даны для I - III дорожно-климатической зоны. Для дорожно-климатических зон IV –V значения увеличивают на 20%. * Если отношение T_{on}/T_0 менее 0,6, то проводят технико-экономический расчет для обоснования применения выбранного состава асфальтобетонной смеси				

5.3.2 Выбор типа асфальтобетона определяется назначением слоя и климатическими характеристиками района. На юге III, в IV - V дорожно-климатических зонах для дорог скоростных, автомагистралей и, если в составе движения более 30 % тяжелых грузовиков не рекомендуется применять в нижних слоях пористый и высокопористый асфальтобетон на основе стандартных нефтяных дорожных битумов.

5.3.3 Битумное вяжущее выбирают по интервалу пластичности (таблица 5). Рекомендуемое значение интервала пластичности определяют в зависимости от температурных характеристик района проложения автомобильной дороги по значениям средней максимальной температуры воздуха наиболее теплого месяца для конкретного района ($T_{см}$) и минимальной за расчетный в холодное время года. При этом ориентируются не на конкретные марки вяжущего со стандартизированными характеристиками, а на рекомендуемый интервал пластичности. Если значение интервала пластичности менее 60°C , то применяют модифицированные вяжущие.

ОДМ 218.2.XXX-2013

5.3.4 Выполнение рекомендации по эластичности для вяжущих, применяемых для строительства и ремонта автомобильных дорог I-II категорий, а также III категории с интенсивным и тяжелым движением позволяет получить сдвигоустойчивое покрытие. Если этот показатель не удовлетворяет требованиям приведенной выше таблицы 5, применяют добавки, повышающие его значение, или заменяют вяжущее.

5.3.5 Рекомендации по применению асфальтобетона в дорожных покрытиях приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Рекомендации по применению асфальтобетона для дорожных покрытий

Автомобильные дороги сооружения	Вид асфальтобетонной смеси			
	Горячая	ЩМА	Литая	Холодная
1	2	3	4	5
Мосты и путепроводы	0	0	+	-
Тоннели	+	0	+	-
Паркинги	+	0	0	0
по ГОСТ Р 52398				
IA	+	+	0	-
IB	+	+	0	-
IV	+	+	0	-
II	+	+	0	-
III	+	0	0	0
IV	+	-	-	+
V	+	-	-	+
по ГОСТ Р 50597				
A	+	+	0	-
B	+	+	0	-
B	+	0	0	-
Примечания:				
1 Знак минус означает – применение не рекомендуется.				
2 Знак ноль – применение с ограничением (на основании технико-экономических расчётов).				
3 Знак плюс - применение рекомендуется.				

5.4 Рекомендации по проектированию автомобильных дорог

5.4.1 В III-V дорожно-климатических зонах (применительно к ограничению движения в летний период) с длительным периодом высоких температур на автомобильных дорогах I-III категорий рекомендуется проектировать и строить автомобильные дороги с жестким типом дорожной одежды (цементобетонные и железобетонные покрытия).

5.4.2 Во II-V дорожно-климатических зонах (применительно к ограничению движения в летний период) наряду с жесткими дорожными одеждами могут быть запроектированы дорожные одежды с асфальтобетонными покрытиями. Конструкция дорожной одежды определяется на основе технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд по интегральным дисконтированным затратам.

5.4.3 При существующих повышенных нагрузках движущегося транспорта покрытие нежестких дорожных одежд проектируют из высокоплотного и плотного асфальтобетона (в том числе дисперсно-армированного), который является наиболее сдвигоустойчивым. При этом летние высокие температуры, увеличение нагрузки на ось и рост интенсивности движения в настоящее время обуславливают необходимость проектировать плотные асфальтобетонные смеси и в нижних слоях покрытия (см. 5.3.2).

5.4.4 Во II и III дорожно-климатических зонах в целях уменьшения периода ограничения движения рекомендуется применять в верхних слоях покрытия щебеночно-мастичный асфальтобетон. Применение щебеночно-мастичного асфальтобетона в верхних слоях и пористого асфальтобетона на вяжущих БРВ (битумно-резиновых) и ПБВ в нижних слоях может позволить исключить ограничение движения в летний период в вышеуказанных дорожно-климатических зонах.

5.4.5 Повышение сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий в летний период высоких температур рекомендуется достигать также укладкой между верхним и нижним слоем покрытия армирующих прослоек из геосинтетических сеток [24].

5.4.6 Применение в покрытии плотных асфальтобетонов на битумно-резиновом вяжущем и плотных асфальтобетонов в нижних слоях покрытия может позволить уменьшать сроки ограничения движения на 30 дней в III-V дорожно-климатических зонах.

5.4.7 На основе технико-экономического сравнения в покрытиях может быть использована горячая дисперсно-армированная синтетическими волокнами асфальтобетонная смесь, которая представляет из себя рационально подобранную смесь с равномерно распределенными в объеме минеральными материалами (щебень, песок и минеральный порошок), нефтяным дорожным битумом (с поверхностно-активными добавками или без них) и синтетическими волокнами различных видов в качестве армирующего компонента, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии [18].

Асфальтобетон, армированный синтетическими волокнами, обладает повышенным сопротивлением пластическим деформациям. Волокна частично снижают растягивающие напряжения, возникающие под воздействиями нагрузки, и создают дисперсный пространственный каркас по всему объему материала.

5.4.8 Область применения асфальтобетонов дисперсно-армированных синтетическими волокнами при устройстве слоев покрытий автомобильных дорог I и II категорий в различных дорожно-климатических зонах приведена в таблице 9 настоящих рекомендаций.

Таблица 9 - Область применения дисперсно-армированного асфальтобетона с синтетическими волокнами при устройстве слоев покрытий автомобильных дорог

Дорожно-климатическая зона	Вид дисперсно-армированного асфальтобетона	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный, высокоплотный	I	БНД 90/130; БНД 130/200; БНД 200/300
II, III	Плотный, высокоплотный	I	БНД 40/60; БНД 60/90; БНД 90/130
IV, V	Плотный, высокоплотный	I	БНД 40/60; БНД 60/90; БНД 90/130

5.4.9 При проектировании строительства и реконструкции дорог по направлению восток-запад рекомендуется в III-V дорожно-климатических зонах с южной стороны высаживать высокие деревья, затеняющие покрытие автомобильных дорог. При этом следует учитывать направление господствующих ветров в зимний период, чтобы не создать условия дополнительной задержки снега на проезжей части автомобильных дорог.

6 Климатическое районирование территории Российской Федерации применительно к ограничению движения транспортных средств в период летних высоких температур

6.1 Целью дорожно-климатического районирования по срокам введения ограничений движения транспортных средств в летний период является выявление и отображение на карте территорий с одинаковыми или близкими условиями, влияющими на колебательность, наплывы, волны и сдвиги, образующиеся на асфальтобетонном покрытии в летний период.

6.2 В основу районирования взят принцип выявления территории с близкими периодами, в течение которых среднемноголетнее количество дней имело максимальную дневную температуру воздуха, которая

ОДМ 218.2.XXX-2013

превышала соответственно 25, 30 и 35⁰С. При районировании были учтены температурные режимы воздуха, верхних и нижних слоев асфальтобетонных покрытий, собранные на 30 дорожных автоматизированных системах метеорологического обеспечения, расположенных на автомобильных дорогах в различных регионах РФ.

6.3 Территория Российской Федерации разделена на 6 дорожно-климатических районов применительно к ограничению движения транспортных средств в период высоких летних температур.

6.4 При разделении на дорожно-климатические районы применительно к ограничению движения транспортных средств в качестве определяющего фактора принято среднемноголетнее количество дней с максимальной дневной температурой воздуха, превышающей 25⁰С: отсутствие дней, до 15 дней, от 16 до 35 дней, от 36 до 70 дней, от 71 до 100 дней, более 100 дней (таблица 10).

Таблица 10 - Дорожно-климатические районы применительно к ограничению движения транспортных средств в летнее время

Дорожно-климатический район	Среднемноголетнее количество дней с максимальной дневной температурой воздуха, С ⁰				Период с максимальной дневной температурой воздуха более 25 С ⁰
	25-30	30-35	более 35	среднее более 25	
1	-	-	-	-	-
2	1-15	1-4	-	1-15	15.05-01.09
3	16-30	2-8	1-6	16-35	01.05-09.09
4	31-60	4-16	3-12	36-70	03.05-21.09
5	более 60	8-32	6-24	более 100	01.05-30.09
6	более 60	8-32	1-6	71-100	15.05-11.10

6.5 Карта дорожно-климатических районов применительно к ограничению движения транспортных средств в период летних высоких температур приведена на рисунке 1.

6.6 Границы дорожно-климатических районов применительно к ограничению движения транспортных средств в летнее время следующие:

-нижняя граница 1 дорожно-климатического района: от границы Российской Федерации с Королевством Норвегия – Мурманск – побережье Белого моря – граница Ненецкого автономного округа – Салехард – Туруханск – южнее Айхала – севернее Усть-Нера – западная граница Чукотского автономного округа – Побережье Охотского моря (южнее Охотска);

-нижняя граница 2 дорожно-климатического района: от границы Российской Федерации с Финляндской Республикой – севернее Петрозаводска – Вельск – Кудымкар – Тобольск – Севернее Сангара – восточнее Хандыга – побережье Охотского моря - побережье Японского моря;

-нижняя граница 3 дорожно-климатического района: от границы Российской Федерации с Эстонской Республикой – севернее Пскова – Кострома – Йошкар-Ола – Челябинск – Курган – южнее Томска – до границы Российской Федерации с Монголией – севернее Сковородино – севернее Комсомольска на Амуре - до границы Российской Федерации с Китайской Народной Республикой;

-нижняя граница 4 дорожно-климатического района: от границы Российской Федерации с Украиной – Курск – Тамбов – севернее Саратова – севернее Оренбурга до границы Российской Федерации с Республикой Казахстан- границы Российской Федерации с Монголией - границы Российской Федерации с Китайской Народной Республикой;

-нижняя граница 5 дорожно-климатического района: Темрюк – южнее Краснодара – Майкоп – по южной границе Ставропольского края – граница с Республикой Дагестан – побережье Каспийского моря.

6.7 Границы дорожно-климатических районов могут быть уточнены на основе установки новых дорожных автоматизированных систем метеорологического обеспечения непосредственно на автомобильных дорогах, проходящих рядом с границами разделения климатических районов.



Рисунок 1 - Карта дорожно-климатических районов применительно к ограничению движения транспортных средств в период летних высоких температур

7 Рекомендации по организации движения транспортных средств для обеспечения сохранности дорог в период летних высоких температур

7.1. По данным дорожных автоматизированных систем метеорологического наблюдения, расположенных на федеральных дорогах, определяют температуру воздуха, при которой возникает сдвигоопасная температура для покрытий, и время начала её действия.

При организации движения в период высоких летних температур рекомендуется учитывать:

- при применении в верхнем слое покрытия плотного асфальтобетона, а в нижнем слое покрытия пористого асфальтобетона (для обоих асфальтобетонов использовано обычное вяжущее, типа БНД) процесс колееобразования возникает через 5 дней с начала установления дневной температуры воздуха 25°C и выше;

- при применении в верхнем слое покрытия щебеночно-мастичного асфальтобетона, а в нижнем слое покрытия пористого асфальтобетона на обычном вяжущем процесс колееобразования возникает через 5 дней с начала установления дневной температуры воздуха 30°C и выше;

- при применении в верхнем слое покрытия плотного асфальтобетона и в нижнем слое покрытия пористого асфальтобетона (для обоих асфальтобетонов с вяжущим типа БРВ 40/60 и ПБВ 40) процесс колееобразования возникает через 10 дней с начала установления дневной температуры воздуха 30°C и выше;

- при применении в верхнем слое покрытия щебеночно-мастичного асфальтобетона, а в нижнем слое покрытия плотного асфальтобетона на обычном вяжущем процесс колееобразования возникает через 10 дней с начала установления дневной температуры воздуха 30°C и выше.

7.2 Рекомендуется при введении ограничения движения транспортных средств в период летних высоких температур на территории Российской

ОДМ 218.2.XXX-2013

Федерации время и период ограничения устанавливать дифференцированно по 6 дорожно-климатическим районам.

7.3 Рекомендуется осуществлять ограничение движения транспортных средств в дневное время суток при высоких положительных дневных температурах (см. 7.1) с разрешенной максимальной допустимой осевой нагрузкой в зависимости от количества осей транспортного средства (см. таблицу 11). В ночное время суток указанные ограничения движения рекомендуется снимать в соответствии с таблицей 12.

Таблица 11 – Допустимая осевая нагрузка транспортных средств

Допустимая нагрузка на каждую ось транспортного средства, не более, тс		
Одиночная ось	Двухосная тележка	Трехосная тележка
8	7	5

Таблица 12 - Период ограничения движения транспортных средств, ограничение движения в течение суток

Дорожно-климатический район	Ограничение движения			
	количество дней	период	время суток	средняя суточная амплитуда колебания температуры воздуха наиболее теплого месяца, С ⁰
1	Ограничение движения в летний период не вводится			
2	1-15	15.05-01.09	12-22	11
3	16-35	01.05-10.09	10-22	9
4	36-70	01.05-20.09	10-23	11
5	более 100	01.05-30.09	10-24	12,5
6	71-100	15.05-10.10	10-19	7,5

7.4 На основании анализа данных дорожных автоматизированных систем метеорологического наблюдения рекомендуемый период ограничения движения транспортных средств, а также время ограничения движения в течение суток для дорожно-климатических районов представлены в таблице 12.

7.5 В течение вышеуказанных периодов дату ввода ограничений устанавливают по среднесрочным и долгосрочным прогнозам погоды при значениях дневной температуры воздуха свыше 25°C и 30°C в соответствии с конструкцией дорожной одежды (по данным Гидрометеоцентра России), если такая температура прогнозируется соответственно в зависимости от материалов в покрытии дорожной одежды на протяжении пяти или десяти дней подряд и более.

7.6 Снятие ограничения движения можно осуществлять на следующий день при значениях дневной температуры воздуха ниже 25°C и 30°C (по среднесрочным и долгосрочным прогнозам Гидрометеоцентра России), если такая температура прогнозируется на протяжении не менее 3-4 дней из пяти последующих суток.

7.7 Точные даты начала и окончания действия ограничения движения рекомендуется сообщать в средствах массовой информации, не позже, чем за 5 дней до начала и окончания по среднесрочным и долгосрочным климатическим прогнозам.

7.8 Порядок временных ограничений движения в летний период по автомобильным дорогам федерального значения устанавливается Правительством Российской Федерации.

7.9 Временные ограничения движения не распространяют [19]:

- на пассажирские перевозки автобусами, в том числе международные;
- на перевозку грузов, необходимых для ликвидации последствий стихийных бедствий или иных чрезвычайных происшествий;
- на транспортировку дорожно-строительной и дорожно-эксплуатационной техники и материалов, применяемых при проведении аварийно-восстановительных ремонтных работ.

7.10 После снятия ограничения в течение суток допускается возобновление движения транспортных средств с разрешенной максимальной допустимой осевой нагрузкой в зависимости от количества осей транспортного средства (см. таблицу 11) с регулированием движения по

ОДМ 218.2.XXX-2013

ширине проезжей части со смещением траектории движения. Регулирование движения по ширине проезжей части можно осуществлять с помощью временной разметки, установки специально разработанных дорожных знаков и установки (со сдвижкой во времени) направляющих и ограждающих водоналивных тумб.

7.11 В период высоких температур рекомендуются следующие мероприятия:

- ограничивается движения грузовых автомобилей без спаренных колес на ведущей оси в период высоких летних температур;

- осуществляются перевозки грузов на автомобилях с увеличенным числом осей;

- снижается удельное (контактное) давление в шинах грузовых автомобилей на 8-10 % от нормативного;

- соблюдается строгий весовой контроль по фактической величине нагрузки на ось (нормативные осевые нагрузки и нормативная общая масса приведены в Приложении Г);

- увеличение временной разметкой ширины полосы движения (если это возможно).

7.15 С целью сокращения продолжительности приложения нагрузок, уменьшения количества остановок и времени стоянки автомобилей рекомендуется уменьшить количество таких мест на автомобильных дорогах, где грузовые автомобили снижают скорость, тормозят и останавливаются, а именно, предусмотреть следующие мероприятия:

- пересмотр и изменение продолжительности светофорного цикла в пользу увеличения времени движения по главной дороге;

- организация объезда участков выполнения реконструкции, капитального ремонта и ремонта дорог во избежание образования заторов.

8 Рекомендации по содержанию асфальтобетонных покрытий в период летних высоких температур

8.1 Поливка дорожных покрытий в жаркие летние дни. При поливке струи воды направляют вперёд и вверх по ходу движения машины. Расход воды при поливке асфальтобетонного покрытия принимают от 0,2 до 0,3 л/м² [20]. Рекомендуется поливку водой проводить в период пиковой жары в дневное время, при этом эффективность поливки достигается при температуре воды, не превышающей 20°C.

8.2 При появлении на отдельных участках покрытия избытка вяжущего для ликвидации скользкости на поверхность такого покрытия рассыпают крупнозернистый песок, необработанные или обработанные битумом или битумной эмульсией, высевки размером от 2 до 3 мм, которые вдавливаются катками в размягченный слой покрытия. Другой эффективной мерой является обработка таких участков малыми дозами (от 0,1 до 0,2 л/м²) органических растворителей таких, как керосин, соляровое масло, с последующей присыпкой песком после выдержки в течение 0,5 часа и очисткой поверхности подметальными машинами [20].

8.3 Наплывы, волны и сдвиги, образовавшие на покрытии, устраняют фрезой или срезкой ножом автогрейдера (после их предварительного разогрева) с последующей поверхностной обработкой. Для разогрева покрытия на таких местах используют самоходные асфальторазогреватели с горелками инфракрасного излучения. Покрытие разогревают до температуры от 140°C до 170°C при рабочей скорости передвижения от 0,5 до 3,0 м/мин, а затем укатывают катками массой от 18 до 25 т поперёк волн [20].

8.4 Ликвидация колеи глубиной до 30 мм при содержании на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием.

8.4.1 Ликвидация колеи глубиной до 30 мм при содержании на автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием осуществляется двумя методами [21,22]:

ОДМ 218.2.XXX-2013

-выравниванием поперечного профиля путем заполнения колеи ремонтным материалом;

-выравнивание поперечного профиля путем срезания гребней выпора по обеим сторонам колеи с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения.

8.4.2 Заполнение колеи ремонтным материалом производят одним из следующих способов:

- поверхностной обработкой в один или два слоя;
- укладка черного щебня без заклинки или с заклинкой;
- укладка горячей асфальтобетонной смеси;
- укладка в один или два слоя холодной эмульсионно-минеральной смеси.

8.5 Выравниванием поперечного профиля путем заполнения колеи ремонтным материалом.

8.5.1 Выравнивание поперечного профиля путем заполнения колеи ремонтным материалом при содержании выполняют при глубине колеи не более 30 мм и при отсутствии четко выраженных краёв колеи и гребней выпора. В качестве ремонтного материала используют: чистый высокопрочный щебень, обработанный битумом или битумной эмульсией в установке, асфальтобетонная смесь, слой поверхностной обработки, открытые битумо-минеральные смеси, эмульсионно-минеральные смеси и другие. Выравнивающий слой обязательно перекрывают слоем износа из асфальтобетона на дорогах I и II категорий и слоем поверхностной обработки на дорогах III и IV категорий.

8.5.2 Колею глубиной до 15 мм устраняют поверхностной обработкой по полосе наката шириной до 0,8 м за один проход с использованием щебня фракции от 5 до 10 мм [21]. Колею глубиной до 30 мм устраняют поверхностной обработкой с использованием щебня фракции от 5 до 10 мм, от 10 до 15 мм [21]. Для придания поверхности покрытия однородных

сцепных свойств устраивают поверхностную обработку на всю ширину покрытия.

На покрытиях с наличием сетки трещин в колее устраивают двухслойную поверхностную обработку. Для этого на распределенное вяжущее рассыпают щебень фракции от 10 до 15 мм и прикатывают лёгким катком. Затем наносят второй слой вяжущего и рассыпают щебень фракции от 5 до 10 мм или фракции от 2 до 5 мм и уплотняют.

В качестве вяжущего применяют вязкие дорожные битумы, нагретые до температуры, обеспечивающей их розлив. Для лучшего прилипания битума к щебню в битум вводят поверхностно-активные добавки (ПАВ) или применяют битум, модифицированный полимером (ПБВ). Поверхностную обработку на горячем битуме устраивают в сухую погоду при температуре воздуха не ниже $+15^{\circ}\text{C}$. Движение открывают после остывания битума с ограничением скорости движения автомобилей до 40 км/час на период формирования слоя.

При использовании вместо битума катионной битумной эмульсии (ЭБК) работы можно производить на влажном покрытии при температуре воздуха при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$, что существенно продлевает строительный сезон. Рекомендуется использовать эмульсии типа ЭБК-2 с концентрацией битума от 65% до 70%. Движение автомобилей открывают сразу после распада эмульсии и высыхания воды.

Уплотнение слоёв поверхностной обработки производят катками на пневматическом ходу [21]. Количество проходов катков назначают с учетом интенсивности движения автомобилей. Для дорог с интенсивностью движения, приведенной к легковому автомобилю 1000 авт./сут. и более на полосу движения рекомендуется принимать количество проходов катка 2-4 по одному следу. Для дорог с интенсивностью движения, приведенной к легковому автомобилю менее 1000 авт./сут. на полосу движения – 4-5 проходов по одному следу.

Поверхностную обработку в один или два слоя выполняют машиной с синхронным распределением вяжущего и щебня, способной легко изменять ширину полосы распределения.

8.5.3 Колею глубиной до 25 мм при отсутствии гребней выпора и других неровностей ликвидируют путем устройства выравнивающего слоя на ширину колеи с устройством нового слоя износа из мелкозернистой асфальтобетонной смеси на всю ширину полосы движения [21]. Этот метод эффективен на ранней стадии колееобразования.

Асфальтобетонной смесью заполняют колею в один слой до поверхности покрытия с учетом коэффициента запаса. Уплотнение проводят вибротрамбовками или виброплитами на ширину колеи. При применении для ликвидации колеи мелкозернистого асфальтобетона при уплотнении могут быть использованы катки на пневматических шинах. Предварительно заделывают выбоины и трещины старого покрытия, очищают его от пыли и грязи и подгрунтовывают жидким битумом или битумной эмульсией.

Слои износа или защитные слои рекомендуется устраивать методом поверхностной обработки или укладкой тонкослойных покрытий из щебнемастичного асфальтобетона (ЩМА) или эмульсионно-минеральной смеси на всю ширину проезжей части.

Корыто устраивают в тех случаях, когда ремонтный материал укладывается в один слой толщиной от 30 до 50 мм в колею без перекрытия его верхним слоем. Допускается не устраивать корыто при заполнении колеи эмульсионно-минеральной смесью, слоем поверхностной обработки, открытыми битумо-минеральными смесями, а также при укладке по выравнивающему слою ремонтного материала дополнительного слоя покрытия, защитного слоя или слоя износа на всю ширину проезжей части.

Нанесение вяжущего (битума или эмульсии) на стенки корыта устраивают для обеспечения сцепления старого покрытия с ремонтным материалом. Подгрунтовку не производят, если в качестве ремонтного материала используют битумо-минеральные смеси, а на дне колеи имеется

выступающий битум, при условии, что выравнивающий слой будет перекрыт верхним слоем;

8.5.4 При колее средней глубиной от 25 до 30 мм устраивают выравнивающий слой [21]. Недопустимо в один прием укладывать выравнивающий и дополнительный слой асфальтобетона из-за различной толщины слоя асфальтобетона по ширине проезжей части.

8.5.5 Заполнение колеи глубиной до 30 мм производят с применением эмульсионно-минеральных смесей, которые могут быть уложены в один, два или три слоя.

Наиболее часто для ликвидации колеи и устройства защитных слоёв применяют смеси каменного материала фракции от 0 до 5 мм, фракции от 0 до 8 мм, фракции от 0 до 10 мм. В качестве вяжущего используют 65%-ную катионную эмульсию типа ЭБК-3 со скоростью распада от 3 до 60 секунд, обычно модифицированную латексом. Устранение колеи с применением эмульсионно-минеральных смесей производят с устройством и без устройства дополнительного слоя износа. Способ устранения колеи без устройства дополнительного слоя износа применяют, когда за пределом колеи не имеется мелких повреждений и деформаций, а сцепные качества покрытия отвечают нормативным требованиям. В этом случае колея заполняется эмульсионно-минеральной смесью на всю глубину с расходом от 20 до 40 кг/м² колеи за один, два прохода распределителя.

Способ устранения колеи с устройством дополнительного слоя износа из эмульсионно-минеральной смеси применяют для одновременного устранения мелких деформаций и создания однородной поверхности покрытия по всей ширине проезжей части. В этом случае в начале за один проход заполняют смесь обе колеи с расходом смеси от 10 до 20 кг на 1 м², а затем вторым проходом укладывают дополнительный слой износа на всю ширину полосы движения с расходом смеси от 15 до 20 кг/м². Покрытие перед укладкой может быть влажным, но без слоя воды на поверхности. Минимальная температура воздуха должна быть не ниже +5⁰ С. Слои из

ОДМ 218.2.XXX-2013

эмульсионно-минеральной смеси не требуют уплотнения. Уложенный небольшой толщины слой может быстро выделять воду, освобождающуюся при распаде битумной эмульсии через 20,30 минут. После этого открывают движение автомобилей, которое окончательно формирует и уплотняет слой.

8.5.6 Заполнение колеи глубиной до 30 мм производят укладкой в один слой чёрного щебня фракции от 5 до 10 или фракции от 10 до 15 мм толщиной на 10%,15% больше глубины колеи и его уплотнением. Уплотнение выполняют катком массой от 10 до 13 т от 6 до 8 проходов по одному следу, виброплитой, трамбовкой или проходами тяжелых грузовых автомобилей.

Укладку чёрного щебня производят щебнераспределителем или асфальтоукладчиком с регулируемой шириной полосы укладки. Допускается производить укладку чёрного щебня с применением автогрейдера. В этом случае чёрный щебень из самосвала раскладывают вдоль колеи в виде валика или отдельных куч, а затем разравнивают в колее отвалом автогрейдера.

Перед укладкой чёрного щебня производят подгрунтовку жидким битумом или битумной эмульсией из расчета от 0,5 до 0,9 л на 1 м². Подгрунтовку не проводят, если на дне колеи имеется выступивший битум. После заполнения колеи чёрным щебнем укладывают тонкий защитный слой на всю ширину полосы движения или проезжей части для придания однородности поверхности покрытия. Защитный слой устраивают методом поверхностной обработки или укладки эмульсионно-минеральной смеси. В исключительных случаях допускают устройство защитного слоя на ширину уложенного в колею ремонтного материала.

8.5.7 Заполнение колеи инъекционным способом: на небольших по протяжению участках заполнение колеи ремонтным материалом выполняют инъекционным способом при помощи специального оборудования, применяемого для ямочного ремонта. В качестве ремонтного материала используют щебень фракции от 5 до 8(10) мм и катионную битумную

эмульсию ЭБК-2 с концентрацией от 60% до 70% на битумах БНД 90/130 и 60/90. Расход эмульсии от 10% до 11% от массы щебня. Работы выполняют при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ как на сухом, так и влажном покрытии.

Виды работ при заделке колеи инъекционным способом:

- очистка колее от пыли и грязи сжатым воздухом;
- подгрунтовка подогретой до 60°C - 70°C эмульсией;
- заполнение колеи чёрным щебнем, который подается под давлением (инъецируется);
- присыпка уложенного чёрного щебня белым щебнем (толщина слоя в одну щебёнку);

Движение открывают через 10-15 минут после окончания работ.

8.6 Выравнивание поперечного профиля путем срезания гребней выпора по обеим сторонам колеи с заполнения оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения.

8.6.1 Выравнивание поперечного профиля путем срезания гребней выпора по обеим сторонам колеи с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом рекомендуется как временная мера для восстановления поперечного профиля и ликвидации колеи глубиной до 30-45 мм при содержании дорог.

8.6.2 Ликвидацию колеи глубиной до 25 мм выполняют путем частичного или поверхностного фрезерования холодным способом. Этот метод применяют в тех случаях, когда нижележащие слои дорожной одежды стабильны. Частичное фрезерование заключается в срезании гребней выпора до дна колеи. Поверхностное фрезерование состоит в срезании слоя износа на всю ширину полосы движения. Глубину фрезерования достигают больше глубины колеи на 3-5 мм. На свежую, неезженную фрезерованную поверхность после удаления остатков фрезерования и проведения подгрунтовки укладывают слой асфальтобетона или производят двойную поверхностную обработку.

ОДМ 218.2.XXX-2013

8.7 При расположении дорог по направлению восток-запад рекомендуется в III-VI дорожно-климатических зонах с южной стороны высаживать высокие деревья, затеняющие покрытие автомобильных дорог в дневное время в летний период высоких температур при полосе отвода, достаточной для посадки деревьев. При этом следует учитывать направление господствующих ветров в зимний период, чтобы не создать условия дополнительной задержки снега на проезжей части автомобильных дорог.

Приложение А

(справочное)

Среднегодовое количество дней с максимальной дневной температурой воздуха

Таблица А.1 – Среднегодовое количество дней с максимальной дневной температурой воздуха

Федеральный округ	Город	Среднегодовые периоды и количество дней с максимальной дневной температурой воздуха, С°					
		25		30		35	
		период	кол-во дней	период	кол-во дней	период	кол-во дней
1	2	3	4	5	6	7	8
Центральный	Москва	19.05-19.09	35	25.05-23.08	15	17.07-09.08	14
	Тула	03.05-09.09	32	23.05-25.08	9	22.07-11.08	13
	Орел	07.05-11.09	30	23.05-24.08	9	25.07-09.09	10
	Воронеж	01.05-17.09	52	23.05-31.08	16	19.07-13.08	7
	Смоленск	07.05-09.09	25	25.06-23.08	7	05.08-09.08	1
Северо-западный	Санкт-Петербург	07.05-01.09	19	01.07-13.08	4	07.08	1
	Калининград	01.05-07.09	18	21.06-13.08	3	-	-
	Архангельск	15.05-17.08	12	05.07-09.08	4	-	-
Приволжский	Ульяновск	03.05-09.09	34	21.05-25.08	10	31.05-11.08	6
	Оренбург	05.05-29.09	71	07.05-09.09	31	05.06-09.09	4
	Ижевск	05.05-07.09	24	29.05-19.08	5	25.07-07.08	7
Уральский	Ханты-Мансийск	15.05-03.09	8	22.07-29.09	1	-	-
	Челябинск	07.05-21.09	39	05.06-05.09	8	19.07-11.08	1
	Тюмень	07.05-03.09	25	14.05-27.08	4	-	-
Сибирский	Новосибирск	07.05-21.09	33	15.05-03.09	4	-	-
	Красноярск	09.05-11.09	18	17.05-07.08	2	21.07	1
	Иркутск	05.05-13.09	18	25.05-27.07	4	31.07	1

Окончание таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Дальне- восточный	Якутск	07.05- 03.09	25	03.06- 11.08	8	13.07- 17.07	5
	Хабаровск	19.05- 15.09	29	21.05- 11.08	4	-	-
	Магадан	-	-	-	-	-	-
Южный	Волгоград	05.05- 29.09	87	19.05- 27.09	40	13.06- 01.09	14
	Сочи	19.05- 11.10	78	31.05- 07.10	10	11.08	1
	Краснодар	07.05- 29.09	104	21.05- 27.09	46	05.06- 07.09	9
	Ростов на Дону	11.05- 27.09	82	23.05- 05.09	33	15.06- 01.09	11
Северо- Кавказский	Махачкала	20.05- 08.10	61	02.06- 17.09	24	12.07- 22.08	1
	Ставрополь	11.05- 29.09	75	25.05- 27.09	27	11.07- 01.09	10
	Владикавказ	12.05- 18.10	43	01.06- 07.10	14	05.06- 07.09	1

Приложение Б
(рекомендуемое)

**Ускоренная методика Росдорнии для испытания асфальтобетона
на колееобразование на приборе ФР-2**

Нагружающее устройство - прибор ФР-2 (рисунок Б1), для испытания на усталость. Испытываемый образец-балочка 160 x 40 x (25-40) мм. Частота циклических нагружений – 14,5 Гц. Расчетная нагрузка в соответствии с работой [16] – 0,67 МПа. Расчетная температура испытания +50°C. Схема установки ФР-2, модифицированной для ускоренных испытаний на колееобразование представлена на рисунке Б2.

Время испытания принято 35 мин., что по данным исследователей соответствует 30 000 циклам приложения движущейся нагрузки от транспорта.

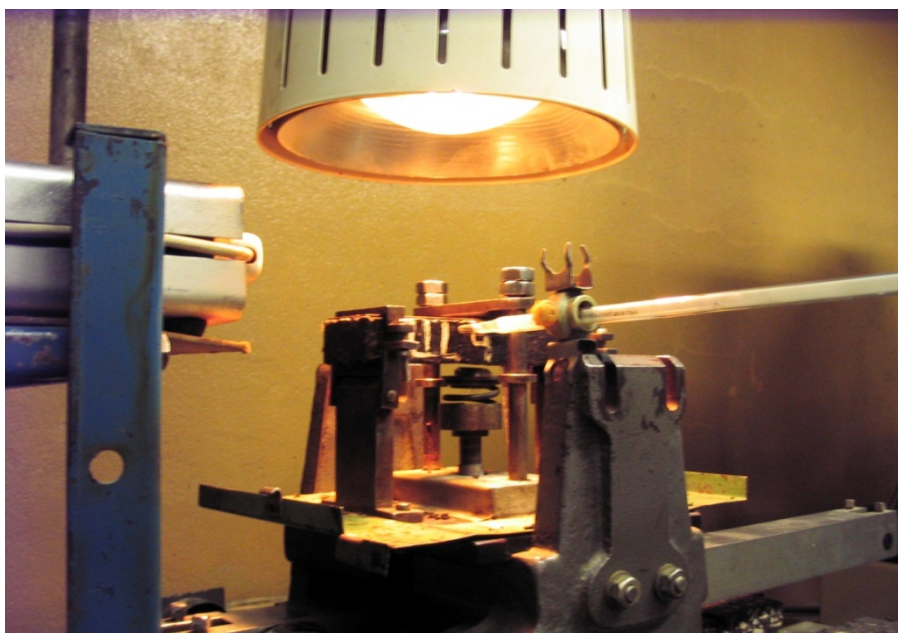


Рисунок Б.1 - Общий вид установки для испытания
на колееобразование

Прибор для испытания на усталость по методике Росдорнии предназначен для циклического нагружения образцов-балочек с частотой 868 циклов в минуту или 14,5 Гц с постоянной амплитудой прогиба.

Предельно допустимая глубина колеи по условиям безопасности движения принята на основе зарубежных стандартов (метод НВТО - испытание колесом) составляет 10% от толщины слоя дорожного покрытия.

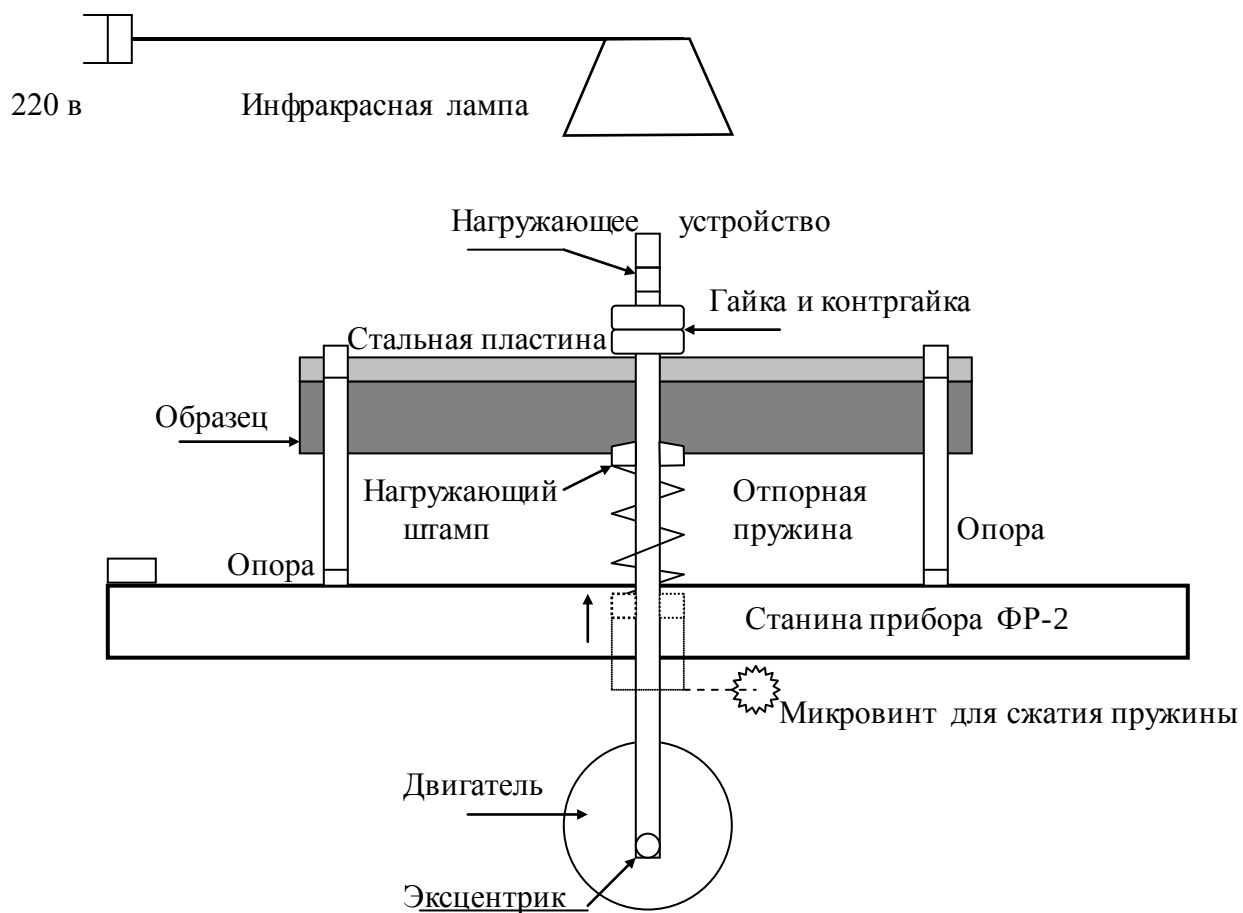


Рисунок Б.2 - Схема установки ФР-2 для проведения ускоренных испытаний асфальтобетона для дорожных покрытий на колееобразование

Приложение В

(рекомендуемое)

Методика определения реологических характеристик асфальтобетона на приборе конический пластометр

Испытания на приборе конический пластометр проводятся с целью оценки реологических свойств (вязкости, степени пластичности и модуля упругости) асфальтобетонов в режиме статического изгиба под постоянной нагрузкой при различных температурах.

Испытания проводят на образцах-балочках размерами 2,5 x 4,0 x 16,0 см. Образцы перед испытанием выдерживают при требуемой температуре испытания в холодильнике, морозильнике или термостате не менее 3-х часов. Нагрузку для проведения испытания Q (кг) подбирают опытным путем так, чтобы общая деформация прогиба за время испытания не превышала 1-2 мм. Сущность испытания заключается в снятии кривой ползучести путем фиксации деформации прогиба с помощью индикатора часового типа в течение 10 мин. под выбранной нагрузкой. При этом прогибы фиксируют через каждую минуту. После снятия нагрузки подсчитывают суммарную деформацию прогиба Δf в см на участке от 5-й до 10-й минуты длительностью $\Delta t = 300$ с. При правильно выбранной нагрузке на этом участке установившаяся скорость деформирования образца должна быть постоянной ($v = \Delta f / \Delta t = \text{const}$).

Вязкость в пуазах рассчитывают по формуле (В.1), где 3,57 - постоянная испытания:

$$\eta = 3,57 [(Q \times \Delta t) : \Delta f] \times 10^6 \quad (\text{В.1})$$

Степень пластичности P (безразмерная величина) рассчитывают по формуле (В.2):

$$P = (18 - \lg \eta) : 18 \quad (\text{В.2})$$

Динамический модуль упругости E в кг/см² рассчитывают по формуле (В.3):

$$E = 2,2(1 - P) + 3 \quad (\text{В.3})$$

Для перевода в МПа полученное значение модуля умножают на 0,1

ОДМ 218.2.XXX-2013

Образец после испытания переворачивают, укладывают на ровную поверхность под нагрузку 1-2 кг на 1 сутки, после чего при условии отсутствия трещины в середине сечения балки он может быть использован для проведения других испытаний.

Приложение Г

(рекомендуемое)

Предельно допустимые осевые нагрузки и масса транспортных средств

Таблица Б.1 - Предельно допустимые осевые нагрузки транспортных средств [23]

Расстояние между сближенными осями, м	Значение предельно допустимой осевой нагрузки,	
	кн/тс*	кн/тс**
Свыше 2	100/10	115/11,5
Свыше 1,65 до 2 (включительно)	90/9	105/10,5
Свыше 1,35 до 1,65 (включительно)	80/8	90/9
Свыше 1,3 до 1,35 (включительно)	70/7 75/7,5***	80/8
Свыше 1 до 1,3 (включительно)	70/7	80/8
До 1	60/6	70/7
* Для автомобильных дорог, проектирование, строительство и реконструкция которых осуществлялись под нормативную осевую нагрузку транспортного средства 100кн/10 т.с		
** Для автомобильных дорог, проектирование, строительство и реконструкция которых осуществлялись под нормативную осевую нагрузку транспортного средства 115кн/11,5 т.с		
*** Для транспортных средств с односкатными колесами, оборудованных пневматической или эквивалентной ей подвеской, а также транспортных средств с двухскатными колесами		

Таблица Б.2 - Предельно допустимые массы транспортных средств [23]

Вид транспортного средства	Значение, тонны
1	2
Автомобиль двухосный трехосный четырёхосный	18 25 (26) 32
Автопоезд трехосный четырёхосный пятиосный и более	28 36 (38) 40 (44)

Окончание таблицы Б.2

Примечания:

1. Значение 26 тонн относится к транспортным средствам с ведущей осью, состоящей из двух пар колес, оборудованной пневматической или эквивалентной ей подвеской или с двумя ведущими осями, состоящими из двух пар колес и максимальной осевой массой на каждую ось, не превышающей 9,5 тонн.

2 Значение 44 тонны относится к автопоездам в составе 3-осного тягача и 2- или 3-осного полуприцепа, перевозящего 40-футовый контейнер ISO.

3 Значение 38 тонн относится к тягачам с ведущей осью, состоящей из двух пар колес, оборудованной пневматической или эквивалентной ей подвеской, и максимальной осевой массой на каждую полуприцепа, не превышающей 10 тонн.

Библиография

- [1] <http://www.gismeteo.ru/diary/4039/2010/6/>
- [2] А.В. Руденский Теоретические основы расчета асфальтобетонных покрытий на трещиностойкость и сдвигоустойчивость. Сборник Дороги и мосты вып. 15/1 ФГУП РОСДОРНИИ М. 2008. - С. 181-192
- [3] Колбановская А.Л., Михайлов В.В. Дорожные битумы, М., 1973 г.
- [4] СП 23 101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий 2004
- [5] Е.Г. Малявина Теплотери здания. Справочное пособие 2007
- [6] Ананьев А.И., Хоров О.А, Евсеев А.Д., Ухова Т.А., Ярмаковский В.А. Теплотехнические показатели строительных материалов и конструкций ж. Строительный эксперт № 16 (203) 2005. – С. 17-23
- [7] Шумчик В.К. Исследования сдвигоустойчивости асфальтобетонных композитов для дорожных покрытий. Автореферат канд. дисс. Минск, 1997
- [8] Croney D The design and performance of roads pavements, London, 1977
- [9] Научно-прикладной справочник по климату СССР 1990
- [10] Строительная климатология. НИИ строительной физики Справочное пособие к СНиП 23-01.99. 1990
- [11] СНиП 23-01.99 1990. Строительная климатология
- [12] Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний. Обзорная информация. Выпуск 6, Москва, 2005 г.
- [13] СТО НОСТРОЙ 2.25.48.3 - 2011 «Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий. Часть 2. Устройство защитных слоев и слоев износа. Раздел 3. Устройство поверхностной обработки с последовательным и синхронным распределением вяжущего и щебня».
- [14] СТО ТРАНССТРОЙ 009-2007. Щебень узких фракций кубовидной

ОДМ 218.2.XXX-2013

- формы. Требования, технология получения и контроля качества
- [15] СТБ 1311-2002 «Щебень кубовидный из плотных горных пород. Технические условия (Республика Беларусь)
- [16] СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги
- [17] СТО 5718-58528024-001-2008 Вяжущие БИТРЭК, смеси резиноасфальтобетонные и резиноасфальтобетоны на их основе. Технические условия.
- [18] Полякова С.В. Дисперсно-армированный асфальтобетон с применением синтетических волокон // Дороги и мосты. Сборник ст. / ФГУП РОСДОРНИИ. – М., 2012. – Вып. 28/2. С.247-260
- [19] Приказ Минтранса № 211 от 12 августа 2011 г. «Об утверждении Порядка осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам федерального значения и частным автомобильным дорогам»
- [20] Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника, II том, Москва, 2004 г.
- [21] ОДМ «Рекомендации по выявлению и устранению колеи на жестких дорожных одеждах», Росавтодор, Москва, 2002 г.
- [22] Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (приняты письмом Росавтодора от 17 марта 2004 г. № ОС-28/1270 –ис)
- [23] Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2011 № 272 «Об утверждении правил перевозок грузов автомобильным транспортом (в редакции Постановления Правительства РФ от 30.12.2011 № 1208)»
- [24] ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог