

JTG

Отраслевой Стандарт КНР
中华人民共和国行业标准

JTG D50—2017 (RU)

ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

公路沥青路面设计规范

(俄文版)

交通运输部
公路局
浏览专用

ВНЕСЕНЫ 20 Марта 2017г

УТВЕРЖДЕНЫ 01 Сентября 2017г

Министерство Транспорта КНР

Отраслевой стандарт КНР
中华人民共和国行业标准

**ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ
ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

公路沥青路面设计规范

(俄文版)

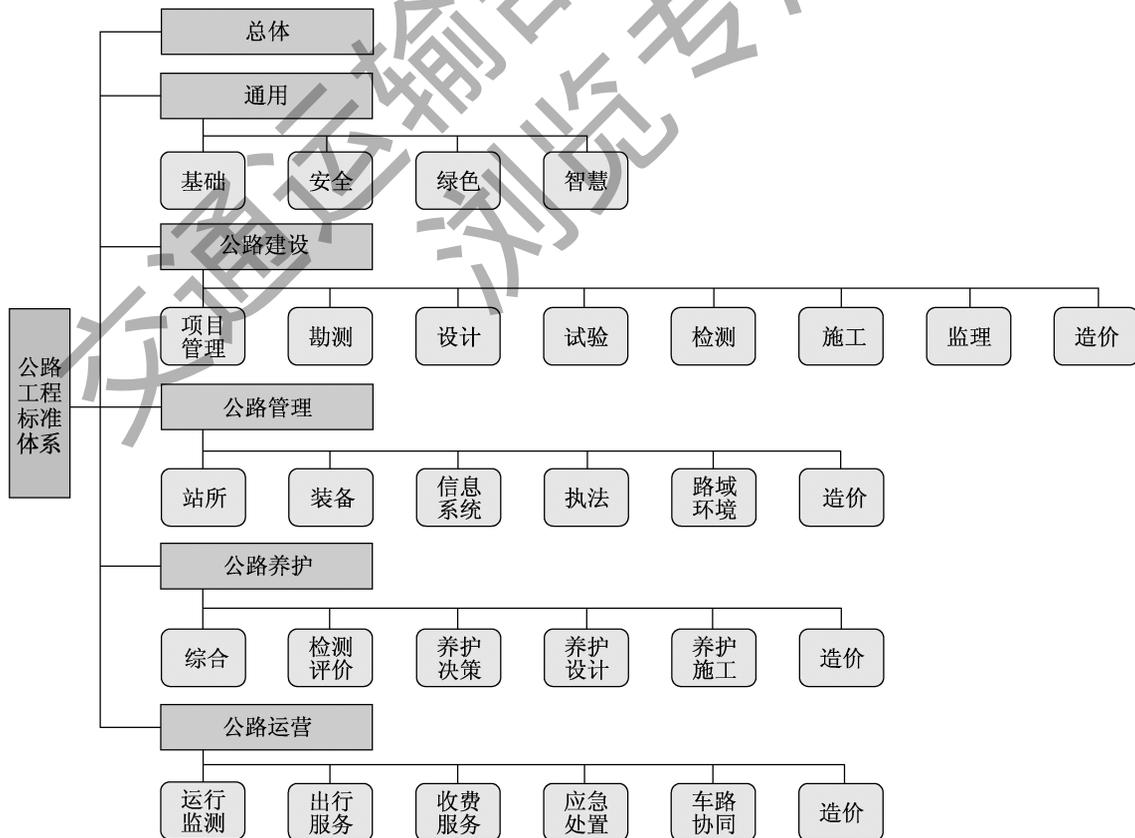
JTG D50—2017(RU)

РАЗРАБОТАНЫ: ООО «Дорожно-мостовая технология» при Китайской акционерной
корпорации транспортного строительства
УТВЕРЖДЕНЫ: Министерством транспорта КНР
ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ: 01 сентября 2017г

俄文版编译出版说明

标准是人类文明进步的成果,是世界通用的技术语言,促进世界的互联互通。近年来,中国政府大力开展标准化工作,通过标准驱动创新、合作、绿色、开放共同发展。在“一带一路”倡议的指引下,为适应日益增长的全球交通运输发展的需求,增进世界连接,促进知识传播与经验分享,中华人民共和国交通运输部组织编译并发布了一系列中国公路行业标准外文版。

中华人民共和国交通运输部发布的公路工程行业标准代号为JTG,体系范围包括公路工程从规划建设到养护管理全过程所需要制定的技术、管理与服务标准,也包括相关的安全、环保和经济方面的评价等标准。



本规范中文名称为《公路沥青路面设计规范》,“沥青路面”是一个相对广泛的概念,泛指采用沥青面层的路面,不仅包括沥青混凝土作面层的路面,还包括沥青表处、沥青灌入式等作面层的路面,与俄罗斯(前苏联)规范中的“非刚性路面”内容比较接近。考虑到中国规范体系中均采用“沥青路面”的表述,为便于读者查阅理解其他相关规范,故本规范俄文名称仍采用《公路沥青路面设计规范》。

中国政府历来高度重视交通基础设施建设,不断完善公路基础设施设计相关的标准规范。二十世纪八十年代,中国在原《公路工程技术标准》(JTJ 01—81)基础上,开始制订公路路线、路基、路面、桥梁、涵洞等专业技术规范;1986年,中国颁布实施了《公路柔性路面设计规范》(JTJ 014—86),并在1997年的第一次修订中将名称更改为《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97),尔后,经历了2006年的第二次修订(JTG D50—2006)以及2017年的第三次修订(JTG D50—2017),经过近四十年的技术发展,建立了内容较为完整的公路沥青路面设计技术规范体系。本次编译的《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)中文版于2017年3月修订发布,并于2017年9月1日实施。

中国疆域辽阔,气候复杂多变,从北向南分别处于寒带、温带和热带,从西部的青藏高原到东部沿海地区,高程相差4000m以上,不同地区的经济发展存在一定差距,造成交通量差异较大。不同的自然条件、车辆车型、车辆轴型,决定着不同地区、不同等级的路面结构设计和路面材料选择存在着复杂性和差异性。同时路面的造价在道路工程总造价中的占比较高,在路面设计中除了考虑自然因素、工程因素之外还要考虑经济因素。近年来,随着中国公路建设的高速发展,中国工程技术人员在公路路面工程的设计、施工和养护等方面积累了丰富的工程经验,完善和发展了路面设计理论。这些经验与成果在《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)中得到了充分的体现。本俄文版的编译发布便是希望将中国的工程经验和成果与各国同行进行交流分享,为其他国家类似地形地质条件的公路建设提供参考借鉴。

本俄文版的修订工作经中华人民共和国交通运输部委托,由中国路桥工程有限责任公司主持完成,并由中华人民共和国交通运输部公路局组织审定。

本俄文版标准的内容与现行中文版一致,如出现异议时,以中文版为准。

感谢中文版主要编写者白琦峰先生在本俄文版编译与审定期间给予的协助与支持。

如在执行过程中发现问题或有任何修改建议,请函告俄文版主编单位(地

址:北京市东城区安定门外大街丙88号中路大厦,邮政编码:100011,电子邮箱:zgb@crbc.com),以便修订时研用。

俄文版主编单位:中国路桥工程有限责任公司

俄文版主编:刘伯莹

俄文版参编人员:张妍,何玉林,孙健,金晓健,潘跃胜,孙晔,苏敏

俄文版主审:安德烈·别拉金斯基(Andrii Bieliatynskyi)

俄文版参与审查人员:张慧彧、朱广山、李欣、褚婧汝

交通运输部信息公示
浏览专用

РАСПОРЯЖЕНИЕ МИНИСТЕРСТВОМ ТРАНСПОРТА КНР

№.10

Распоряжение Министерства транспорта КНР об утверждении « ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ »

Настоящим публикуется «ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»(JTG D50—2017) в качестве отраслевого стандарта дорожного строительства, который вступит в силу 1 сентября 2017 г. Первоначальный «ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»(JTG D50—2006) будет одновременно отменен.

«ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ» (JTG D50—2017) были составлены ООО «Дорожно-мостовая технология» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CCCC ROAD AND BRIDGE CONSULTANTS CO., LTD). Право управления и интерпретации стандарта принадлежит Министерству транспорта, а повседневная управленческая и интерпретационная работа находится в ведении ООО «Дорожно-мостовая технология» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CCCC ROAD AND BRIDGE CONSULTANTS CO., LTD)

Просьба к соответствующим подразделениям уделить внимание обобщению практического опыта и незамедлительно сообщить о найденных проблемах и предложениях по модификации в ООО «Дорожно-мостовая технология» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CCCC ROAD AND BRIDGE

CONSULTANTS CO., LTD) (Адрес: здание Цзянсу, № 88, улица Андингмэньвай Дин, района Дунчэн, Пекин, почтовый индекс: 100011), для исследований и последующего использования во время пересмотра.

Настоящим уведомить!

Министерство транспорта КНР

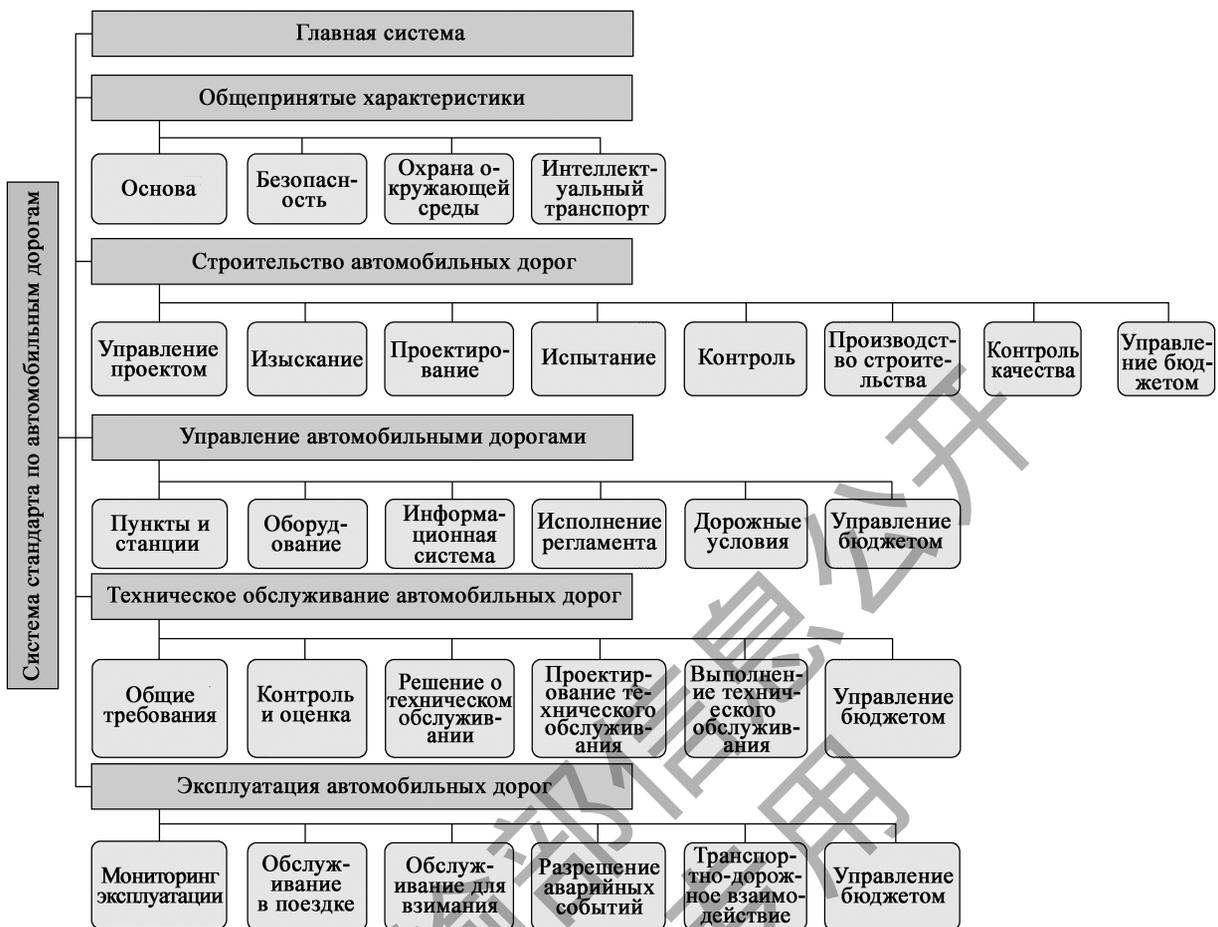
20 марта 2017 года

交通运输部信息公开
浏览专用

ИНФОРМАЦИЯ О РЕДАКТИРОВАНИИ, ПЕРЕВОДЕ И ИЗДАНИИ ОТРАСЛЕВОГО СТАНДАРТА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Отраслевые стандарты являются достижениями развития человеческой цивилизации и общепринятым в мире техническим языком. Они эффективно способствуют взаимосоединению между странами в мире. За последние годы правительство Китая энергично проводит работы по стандартизации и содействует общему развитию инноваций, сотрудничества, охраны окружающей среды и открытости путём развития отраслевых стандартов. Следуя концепции «Один пояс - один путь» т.е. Экономический Пояс Шёлкового пути и Морской Шёлковый Путь 21-го века, для того, чтобы удовлетворить потребности растущего глобального развития коммуникаций и транспорта, способствовать распространению знаний и обмену опытом, а также улучшить взаимодействие с другими странами, Министерство транспорта КНР организовало перевод, редактирование и издание серийных отраслевых стандартов по автомобильным дорогам в Китае на иностранных языках.

JTG является кодами отраслевых стандартов по автомобильным дорогам, изданных Министерством транспорта КНР. Область системы стандартов включает в себя все технические стандарты, включая стандарты для управления и обслуживания автомобильных дорог, установленные в процессе планирования, строительства, управления и технического обслуживания, также соответствующую оценку безопасности и защиты окружающей среды.



Название этого стандарта на китайском языке является «Правила проектирования асфальтовых покрытий автомобильных дорог», "асфальтовое покрытие"-относительно широкое понятие, относящееся к использованию асфальтового покрытия, включающее не только асфальтобетон для поверхностного слоя покрытия, но и включающее битумную поверхностную обработку, слой щебня, устроенного способом пропитки битумной для поверхностного слоя покрытия, и российский (бывший Советский Союз) стандарт по содержанию "дорожных одежд нежёсткого типа" относительно близка. Ввиду того, что в китайской нормативной системе используется выражение "асфальтовое покрытие", а также для того, чтобы облегчить читателю доступ и понимание других соответствующих стандартов, в русском названии этого стандарта по-прежнему используется «Правила проектирования асфальтовых покрытий автомобильных дорог».

Китайское правительство всегда придавало большое значение строительству транспортной инфраструктуры и постоянно совершенствовало стандарты и спецификации, связанные с проектированием автомобильной дорожной

инфраструктуры. В 1980-х годах Китай начал разрабатывать профессиональные технические спецификации для дорожного маршрута земляного полотна, тротуаров, мостов и водопропускных труб и т. д. на основе первоначальных «Технических стандартов дорожного строительства» (JTJ 01—81); В 1986 году Китай обнаружил и внедрил «Технические условия на проектирование дорожных одежд нежёсткого типа» (JTJ 014—86), а в первой редакции в 1997 году название было изменено на «Правила проектирования асфальтовых покрытий автомобильных дорог» (JTJ 014—97), после второй редакции в 2006 году (JTG D50—2006) и третьей редакции в 2017 году (JTG D50—2017), после почти сорока лет технологического развития, была создана относительно полная система технических спецификаций асфальтовых покрытий автомобильных дорог. Составленная на этот раз китайская версия «Правил проектирования асфальтовых покрытий автомобильных дорог» (JTG D50—2017) была пересмотрена, выпущена в марте 2017 года и введена в действие 1 сентября 2017 года.

Китай имеет огромную территорию и сложный и переменчивый климат. Он расположен в холодном поясе, умеренном поясе и тропическом поясе с севера на юг. От Цинхай-Тибетского нагорья на западе до прибрежных районов на востоке перепад высот составляет более 4000 метров. Существуют определённые разрывы в экономическом развитии разных регионов, что приводит к большим различиям в объёмах перевозок. Различные природные условия, модели транспортных средств и типы осей транспортных средств определяют сложность и различия в проектировании конструкции дорожной одежды и выборе материала дорожной одежды в разных регионах и на разных уровнях. В то же время стоимость дорожных одежд составляет относительно большую долю от общей стоимости дорожных проектов. Помимо природных факторов и технических факторов, при проектировании дорожной одежды следует также учитывать экономические факторы. В последние годы, в связи с быстрым развитием дорожного строительства в Китае, китайский инженерно-технический персонал накопил богатый инженерный опыт в проектировании, строительстве и эксплуатации дорожных одежд, а также усовершенствовал и разработал теорию проектирования дорожных покрытий. Этот опыт и достижения полностью отражены в «Правилах проектирования асфальтовых покрытий автомобильных дорог» (JTG D50—2017). Составление и выпуск этой русской версии сделано в надежде на обмен инженерным опытом и техническими достижениями Китая с коллегами из разных стран, чтобы предоставить рекомендации по строительству автомобильных дорог в других странах со схожим рельефом и геологическими условиями.

Пересмотр данного стандарта на русском языке поручен Министерством

транспорта КНР и организован ООО «Китайская корпорация по строительству дорог и мостов» (China Road and Bridge Corporation, CRBC). Его утверждение организовано Автомобильно-дорожным управлением при Министерстве транспорта КНР.

Содержание данных правил на русском языке соответствует действующим правилам на китайском языке. При наличии разночтений преобладают правила на китайском языке.

Благодарим господина Бай Цифэна, главного редактора китайской версии правил, за помощь и поддержку при редактировании, переводе и проверке правил на русском языке.

Если в процессе использования будет обнаружена какая – либо проблема или возникнут предложения по внесению поправок, пожалуйста, отправьте сообщение разработчику данного стандарта на русском языке для изучения информации и устранения недостатков. (адрес: Улица Андинменвай Д88, район Дунчэн, Пекин, Китай, Почтовый индекс: 100011, E-mail: zgb@crbc.com).

Разработчик стандарта на русском языке:

ООО «Китайская корпорация по строительству дорог и мостов» (China Road and Bridge Corporation, CRBC)

Главный редактор: Лю Бойин

В редактировании участвовали:

Чжан Янь, Хе Юйлин, Сунь Цзянь, Цзинь Сяоцзянь, Пань Юэшэн,
Сунь Е, Су Минь

Ответственный редактор: Андрей Белятынский

Корректоры: Чжан Хуэй Юй, Чжу Гуаншань, Ли Синь, Чу Цзиньру

ВВЕДЕНИЕ

С развитием дорожного строительства, повышением технического уровня асфальтобетонного покрытия, применением новых материалов и новых конструкций, а также накоплением инженерного опыта, часть содержания «ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ» (JTG D50—2006) (далее именуемых «исходными правилами») необходимо пересматривать и улучшать. В соответствии с «Уведомлением от Министерства транспорта о выпуске плана на проект пересмотра правил дорожного строительства от 2011 года» (Jiaogonglufa [2011] No. 115) за пересмотр «исходных правил» отвечает ООО «Дорожно-мостовая технология» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства.

Настоящие правила основываются на существующих результатах исследований, выполненных в стране и за рубежом за последние годы, а также инженерной практике, по принципу сочетания развития с имеющимся опытом. В исходных правилах были пересмотрены транспортные и климатические параметры, параметры проектирования, показатели проектирования и соответствующие модели по характеристикам.

Настоящие правила состоят из 8 глав и 7 приложений, основное содержание включает в себя стандарты конструирования, проектирования структурных комбинаций, требования к свойствам материалов и проектных параметров, расчёт и проверку конструкции дорожной одежды, проектирование реконструкции, а также проектирование покрытия проезжей части моста. Основные изменения по сравнению с исходными правилами:

- 1 Стандартизованы методы исследования и анализа спектра нагрузки на ось и параметров движения.

- 2 Вводятся поправочные температурные коэффициенты и эквивалентная температура.
- 3 Изменены проектные параметры материалов дорожной одежды и скорректированы соответствующие методы испытаний и выборки.
- 4 Добавлены следующие показатели: остаточная деформация асфальтобетонного слоя; проектный показатель вертикальной деформации сжатия на поверхности земляного полотна; проектный показатель индекса трещиностойкости дорожного покрытия при низких температурах. Улучшена модель прогнозирования появления усталостных трещин в асфальтобетонных слоях, слоях укрепленных битумными вяжущими, отменен проектный показатель прогиба дорожного покрытия.
- 5 Упорядочено расположение глав, выделены требования к проектированию структурных комбинаций, стандартизированы термины и обозначения.

Главы 1, 2 и 3 настоящих правил были написаны Лю Бойином, глава 4-Мэн Шутао, глава 5-Ниу Кайминь, глава 6 и приложение Б-Бай Цифэн, глава 7-Цао Жунцзи, глава 8 и приложения Г и Д-Ван Линь, Приложение А-Чжао Яньцинем, Приложение В-Яном Сюэлянем, Приложение Е-Сунь Ликнем, Приложение Ж-Тан Чжиминем, статьи, связанные с анализом прогиба дорожного покрытия написаны Тан Боминем, статьи, связанные с анализом низкотемпературного растрескивания дорожного покрытия написаны Фэн Дэчэном, статьи по механистическим параметрам материалов, укрепленных битумными вяжущими и по анализу выносливости асфальтобетонных слоев написаны Юй Цзянмяо. Чжао Дуйцзя частично участвовал в разработке проекта 5-й главы, а Тай Дяньцань участвовал в разработке Приложения В.

Вопросы и комментарии, обнаруженные при исполнении соответствующими учреждениями, к техническим правилам, приветствуются и должны быть адресованы административной группе к указанному контактному лицу: Лю Бойинг (почтовый адрес: Улица Андинменвай Д88, , район Дунчэн, Пекин, Китай, Почтовый индекс 100011, Тел. 8610-82016537, Факс: 8610-82016573, Электронная почта: goodpave@163.com, Сайт: www.goodpave.com, публичный аккаунт в WeChat: goodpave). Полученные отзывы будут учтены в

последующих пересмотренных вариантах.

Организация ответственная за редактирование:

ООО«Дорожно-мостоваятехнология» при Китайской акционерной корпорации транспортного строительства (CCCC ROAD AND BRIDGECONSULTANTS CO.,LTD)

Сопряженная редакционная организация:

Исследовательский институт автомобильных дорог министерства транспорта

Университет Тунцзи

«Иаучно-исследовательский институт транспорта» провинции

Цзянсуна

Чунцинский транспортный университет

Южно-Китайский технологический университет

Даляньский технологический университет

Шаньдунский транспортный научно-исследовательский институт

ООО «Первый проектно-изыскательский институт автомобильных дорог»

Харбинский политехнический университет

Шаньсиский транспортный научно-исследовательский институт

ООО Первый проектно-изыскательский институт автомобильных дорог АОИКитайская Корпорации Коммуникаций и Строительства»

Главный редактор: Лю Бойин

Основные участники разработки:

Мэн Шутао, Ниу Каймин, Сунь Лицун, Тан Чжимин,

Цао Жунцзи, Тан Бомин, Бай Цифэн, Юй Цзянмяо,

Чжао Яньцин, Ван Линь, Ян Сюэлян, Фэн Дэчэн,

Чжао Дуйцзя, Тай Дяньцань

Главный рецензент: Ван Биньган

Участвующие рецензенты:

Ли Хуа, Чэн Пин, Ян Шэнфу, Яо Цзукан, Чжэн Цзяньлун,

Цянь Гочао, Ван Чжэжэнь, Чжан Сяонин

Участники:

Вэй Цзиньчэн, Фу Цзяньцзюнь, Ли Хао, Чжу Хунчжоу, Хань Пин,
Чжан Сяоянь

交通运输部信息公开
浏览专用

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
1 Общие положения	1
2 Термины и обозначения	3
2.1 Термины	3
2.2 Обозначения	5
3 Стандарт на проектирование	6
4 Проектирование конструктивной комбинации	10
4.1 Общие положения	10
4.2 Комбинация конструкции дорожной одежды	11
4.3 Земляное полотно	12
4.4 Верхний и нижний слой основания	13
4.5 Покрытие	15
4.6 Функциональный слой	17
4.7 Обочины	18
4.8 Дорожный водоотвод	18
5 Требования к свойствам материалов и расчётные параметры	19
5.1 Общие положения	19
5.2 Земляное полотно	20
5.3 Зернистые материалы	20
5.4 Материалы, укрепленные неорганическими вяжущими	22
5.5 Материалы, укрепленные битумными вяжущими	26
5.6 Коэффициент Пуассона	32
6 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды	33
6.1 Общие положения	33
6.2 Проектные показатели	33
6.3 Параметры транспорта, материалов и окружающей среды	35
6.4 Схема расчёта и проверки конструкции дорожной одежды	36

	стр.
7 Проектирование реконструкции	39
7.1 Общие положения	39
7.2 Обследование и анализ существующей дорожной одежды	40
7.3 План реконструкции	41
7.4 Расчёт и проверка реконструированной конструкции дорожной одежды	42
8 Проектирование покрытия проезжей части моста	46
8.1 Общие положения	46
8.2 Покрытие проезжей части моста из цементобетона	46
8.3 Покрытие проезжей части стального моста	48
Приложение А Анализ параметров транспортных нагрузок	49
Приложение Б Метод расчёта и проверки конструкции дорожной одежды	59
Приложение В Вариант конструкции асфальтобетонного покрытия	71
Приложение Г Методы испытания модуля упругости зернистых материалов	74
Приложение Д Методы испытания модуля упругости при одноосном сжатии материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	82
Приложение Е Метод испытания на одноосную прочность вдавливания штампа в асфальтобетон	88
Приложение Ж Поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура	93
Объяснение терминов, используемых в настоящих правилах	100
ОБЪЯСНЕНИЕ ТЕКСТА	105
1 Общие положения	105
3 Стандарт на проектирование	106
4 Проектирование конструкций дорожной одежды	109
5 Требования свойств материалов и расчётные параметры	115
6 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды	121
7 Проектирование реконструкции	123
8 Проектирование покрытия проезжей части моста	129
Приложение А Анализ параметров транспортных нагрузок	131
Приложение Б Метод расчёта и проверки конструкции дорожной одежды	134
Приложение В Варианты конструкции асфальтобетонного покрытия	139

	стр.
Приложение Г Методы испытания модуля упругости зернистых материалов	140
Приложение Ж Поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура	141
Термины	143

交通运输部信息公开
浏览专用

1 Общие положения

1.0.1 Настоящие правила разработаны для адаптации развития сети автомобильных дорог и их строительства, повышения качества проектирования асфальтовых покрытий и улучшения эксплуатационных характеристик, обеспечения безопасности и надёжности строительных работ, экономической рациональности.

1.0.2 Настоящие правила распространяются на новое строительство автомобильных дорог разных категорий и на проектирование асфальтовых покрытий при их реконструкции.

1.0.3 Конструирование дорожной одежды, проектирование, выбор материалов и их толщины производятся в соответствии с категорией автомобильной дороги, требованиями к эксплуатационным характеристикам дорожного покрытия и транспортной нагрузке, которые необходимо учитывать в сочетании с условиями местного климата, гидрологии, геологии и материалов, с условиями строительства и эксплуатации, опытом существующей инженерной практики и требованиями экологической защиты. Варианты конструкции выбираются на основе технико-экономического анализа.

1.0.4 Земляное полотно должно находиться в соответствии с типом увлажнения, а модуль упругости рабочего слоя соответствовать минимальному требуемому значению. Необходимо выполнять комплексное проектирование дорожной одежды и земляного полотна на основании исследования и изучения качества грунтов земляного полотна и его типом увлажнения вдоль дороги.

1.0.5 Необходимо с учетом местных условий и инженерного опыта, активно и взвешенно выбирать новую технику, технологии, конструкции и материалы.

1.0.6 При проектировании дорожных одежд в особых районах, таких как пустыня, набухающих или засоленных грунтов, кроме соответствия требованиям настоящих правил,

необходимо учитывать особенности данного района и принимать соответствующие технические меры, основанные на местном опыте и достижениях.

1.0.7 Принятые решения при проектировании асфальтовых покрытий, кроме того, что должны соответствовать требованиям настоящих правил, еще должны соответствовать требованиям действующих национальных и отраслевых стандартов.

交通运输部信息公开
浏览专用

2 Термины и обозначения

2.1 Термины

2.1.1 Асфальтобетонное покрытие (asphalt pavement)

Дорожное покрытие с асфальтобетонным слоем.

2.1.2 Надёжность (reliability)

Вероятность того, что конструкция дорожной одежды будет выполнять свою запланированную функцию в течение определённого срока и при определённых условиях. Надёжность, которую требуется достигнуть, для проектируемой конструкции называется целевой надёжностью.

2.1.3 Показатель надёжности (reliability index)

Числовой показатель, используемый для измерения надёжности конструкции дорожной одежды. Показатель надёжности, указанный в настоящих правилах в качестве основания для проектирования конструкции дорожной одежды, называется целевым показателем надёжности.

2.1.4 Расчётный срок службы дорожной одежды (design working service life of pavement)

Запланированный срок службы, в течение которого не требуется конструктивный ремонт дорожного покрытия, при условии нормального проектирования, производства строительных работ, эксплуатации и обслуживания.

2.1.5 Проектная нагрузка на ось (design axle load)

Проектная нагрузка на ось, используемая при проектировании конструкции дорожной одежды.

2.1.6 Кратность эквивалентной осевой нагрузки (equivalent single axle loads)

В соответствие с принципом эквивалентного воздействия, кратность эквивалентного

воздействия различных осевых нагрузок, которая пересчитывается в кратность эквивалентного воздействия расчётной нагрузки на ось.

2. 1. 7 Совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось (cumulative equivalent single axle loads)

Общее количество приложений эквивалентных нагрузок на ось к проектируемой дорожной одежде, в расчётный срок эксплуатации.

2. 1. 8 Герметизирующий слой (seal coat)

Функциональный слой, используемый в конструкциях дорожных одежд для предотвращения проникновения воды.

2. 1. 9 Связующий слой (tack coat)

Функциональный слой, выполняющий связующую роль слоев в конструкции дорожной одежды.

2. 1. 10 Функциональный слой (prime coat)

Функциональный слой или мембрана, наносимая на поверхность и проникающая на определенную глубину в слой из зернистых материалов, предназначенная для объединения нижележащего слоя (не асфальтобетонный слой) с асфальтобетонным слоем.

2. 1. 11 Дренирующий слой (drainage layer)

Функциональный слой, предназначенный для отвода воды внутри конструкции дорожной одежды.

2. 1. 12 Морозозащитный слой (frost protection layer)

Функциональный слой, устроенный в конструкции дорожной одежды выполняющий функцию защиты от мороза.

2. 1. 13 Равновесная влажность земляного полотна (subgrade equilibrium moisture)

Влажность, при которой достигнуто устойчивое состояние равновесия между влажностью земляного полотна и окружающей средой.

2. 1. 14 Индекс низкотемпературного растрескивания (low temperature cracking index)

Показатель, характеризующий степень растрескивания и сужения асфальтобетонного покрытия при низкой температуре.

2.2 Обозначения

- CI —Индекс низкотемпературного растрескивания;
 E —Модуль;
 G^* —Динамический комплексный модуль сдвига битума;
 H —Толщина;
 L —Значение прогиба;
 N —Количество воздействий нагрузки на ось;
 P —Нагрузка на ось;
 R —Прочность;
 R_a —Остаточная деформация асфальтобетонного слоя;
 S_1 —Модуль жёсткости битума;
 S —Стандартное отклонение;
 T —Температура;
 ε —Деформация;
 σ —Напряжение;
 β —Показатель целевой надёжности.

交通运输部信息公开
浏览专用

3 Стандарт на проектирование

3.0.1 Целевая надёжность и целевой показатель надёжности конструкции дорожной одежды должны быть не ниже значений указанных в табл. 3.0.1.

Таблица 3.0.1 Целевая надёжность и показатель целевой надёжности

Категория автомобильных дорог	Автомагистраль	I	II	III	IV
Целевая надёжность (%)	95	90	85	80	70
Показатель целевой надёжности β	1,65	1,28	1,04	0,84	0,52

3.0.2 Проектный срок службы конструкции новой дорожной одежды определяется комплексно в соответствии с классификацией автомобильных дорог, экономикой, классом транспортной нагрузки и прочими факторами, и не может быть менее значений указанных в таблице 3.0.2. При проектировании конструкции дорожной одежды при реконструкции можно выбрать соответствующий проектный срок службы в соответствии с фактической проектной ситуацией.

Таблица 3.0.2 Проектный срок службы конструкции дорожной одежды (год)

Категория автомобильных дорог	Проектный срок службы	Категория автомобильных дорог	Проектный срок службы
Автомагистраль, I	15	III	10
II	12	IV	8

3.0.3 При проектировании дорожной одежды, в качестве проектной нагрузки на ось принимается нагрузка от одноосной двухколесной пары, которая составляет осевую нагрузку 100 кН. Расчётные параметры определяются в соответствии с таблицей 3.0.3. В соответствии с проектным сроком службы конструкции дорожной одежды, совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось должно определяться в соответствии с Приложением А настоящих правил.

Таблица 3.0.3 Проектные параметры нагрузки на ось

Проектная нагрузка (кН)	Давление колеса на грунт (МПа)	Расчётный диаметр эквивалентной окружности соприкосновения одного колеса с землей (мм)	Межцентровое расстояние между двумя колёсами (мм)
100	0,70	213,0	319,5

3.0.4 Транспортная нагрузка, воспринимаемая конструкцией дорожной одежды, разделяется на категории указанные в таблице 3.0.4.

Таблица 3.0.4 Категории проектной транспортной нагрузки

Категория проектной транспортной нагрузки	Сверх тяжёлая	Особо тяжёлая	Тяжёлая	Средняя	Легкая
Интенсивность движения крупногабаритного автобуса и грузовика на проектируемой проезжей части за расчётный срок службы ($\times 10^6$, авт.)	$\geq 50,0$	50,0~19,0	19,0~8,0	8,0~4,0	< 4,0

Примечание: Крупногабаритный автобус и грузовики являются транспортными средствами от 2-го до 11-го Класса указанными в таблице А.1.2 Примечания А настоящих правил.

3.0.5 Конструкция дорожной одежды должна ограничивать появление усталостных трещин в асфальтобетонных слоях, слоях укрепленных неорганическими вяжущими, остаточные деформации асфальтобетонных слоев, вертикальных деформаций сжатия на поверхности земляного полотна и трещинообразование дорожного покрытия в местности с сезонно-мерзлым грунтом.

3.0.6 Проектные показатели эксплуатационных характеристик дорожной одежды должны соответствовать следующим требованиям.

- 1 Срок службы асфальтобетонных слоёв дорожной одежды, слоёв из материалов укрепленных неорганическими вяжущими, которые рассчитаны на срок службы до образования усталостной трещины в соответствии с приложениями Б.1 и Б.2, должен быть не менее совокупного количества эквивалентных воздействий нагрузки на ось за проектный срок службы, определённый в соответствии с приложением А настоящих правил.
- 2 Остаточная деформация асфальтобетонного слоя, рассчитанная в соответствии с Приложением Б.3 настоящих правил, не должна превышать значений допустимой остаточной деформации указанных в Таблице 3.0.6-1.

Таблица 3.0.6-1 Допустимая остаточная деформация асфальтобетонного покрытия(мм)

Тип основания	Допустимая остаточная деформация асфальтобетонного покрытия	
	Автомагистраль, I	II, III
Основание укрепленное неорганическими вяжущими; цементобетонное основание; основание из асфальтобетонной смеси с нижним слоем основания, укрепленным неорганическими вяжущими	15	20
Другие основания	10	15

- 3 Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна не должна превышать допустимого значения, рассчитанного в соответствии с Приложением Б.4 настоящих правил.
- 4 Индекс низкотемпературного растрескивания асфальтобетонных покрытий в районе с сезонно-мёрзлыми грунтами, рассчитываемый в соответствии с приложением Б.5 настоящих правил, не должен превышать значений, указанных в таблице 3.0.6-2.

Таблица 3.0.6-2 Требования к индексу низкотемпературного растрескивания

Категория автомобильных дорог	Автомагистраль, I	II	III, IV
Индекс низкотемпературного растрескивания CI, не больше	3	5	7

Примечание: Индекс низкотемпературного растрескивания CI— количество поперечных трещин в единице обследования участков по 100 метров при сдаче-приёмке; Трещина, распространяющаяся на всю ширину рассматривается как 1; Трещина, не распространяющаяся на всю ширину, но больше ширины одной полосы движения учитывается как 0,5; Трещина меньше ширины одной полосы движения не учитывается.

3.0.7 При сдаче-приёмке автомагистрали, автомобильной дороги I категории и автомобильных дорог II и III категории в местности с горным рельефом, технический показатель сцепных свойств дорожного покрытия должны соответствовать требованиям таблицы 3.0.7.

Таблица 3.0.7 Технические требования к сцепным свойствам

Среднегодовое количество осадков (мм)	Значение индекса проверки и сдачи	
	Коэффициент поперечного усилия SFC_{60}^a	Глубина текстуры TD^b (мм)
>1000	≥54	≥0,55

Таблица 3.0.7

Среднегодовое количество осадков (мм)	Значение индекса проверки и сдачи	
	Коэффициент поперечного усилия SFC_{60} ^a	Глубина текстуры TD ^b (мм)
500~1000	≥50	≥0,50
250~500	≥45	≥0,45

Примечание, ^aКоэффициент поперечной силы SFC_{60} —используют испытательную машину для определения коэффициента поперечной силы, измерение проводится при скорости 60 ± 1 км/ч ;

^bСредняя глубина текстуры TD—Определяется методом песчаного пятна.

交通运输部信息公开
浏览专用

4 Проектирование конструктивной комбинации

4.1 Общие положения

4.1.1 Проектирование конструкции дорожной одежды должно соответствовать по механическим свойствам различных конструктивных комбинаций дорожной одежды, функциональной характеристике, порядку долговременного ухудшения свойств, и особенности повреждения покрытия, а также руководствоваться концепцией систематического подхода к конструированию земляного полотна, взаимодействия с дорожной одеждой, обеспечения безопасности и долговечности конструкции дорожной одежды, а также экономической рациональности жизненного цикла.

4.1.2 Конструкция дорожной одежды может состоять из слоя покрытия, слоя основания, нижнего слоя основания и при необходимости функционального слоя. Если слой покрытия устроен послойно из разных материалов, в таком случае он разделяется на верхний слой покрытия, средний слой покрытия и нижний слой покрытия.

4.1.3 На протяжении всего проектного срока службы на дорожном покрытии не должно появляться конструктивных повреждений, вызванных от усталости, а слой покрытия может быть поверхностно и функционально отремонтирован.

4.1.4 Между слоями материалов, укрепленных битумными вяжущими необходимо устраивать связующий слой. Между слоем материалов, укрепленных битумными вяжущими и нижележащими слоями дорожной одежды должен быть устроен герметизирующий слой, а также должен быть выполнен функциональный слой.

4.1.5 Гидроизоляционные или дренирующие слои конструкции дорожной одежды должны применяться для предотвращения проникания осадков в слои конструкции дорожной одежды.

4.2 Комбинация конструкции дорожной одежды

4.2.1 Тип конструкции дорожной одежды следует выбирать в соответствии с такими факторами, как уровень транспортной нагрузки и состояние земляного полотна в сочетании с характеристиками материалов дорожной одежды и её конструкцией.

4.2.2 Типы конструкций дорожных одежд можно разделить на 4 категории в зависимости от свойств материалов слоёв основания: основания из зернистых материалов, основания из материалов, укреплённых неорганическими вяжущими, основания из материалов, укреплённых битумными вяжущими и цементобетонные основания.

4.2.3 Выбор конструкции дорожной одежды должен соответствовать следующим требованиям.

- 1 Асфальтобетонное покрытие с основанием из материалов, укреплённых неорганическими вяжущими, подходит для различных уровней транспортной нагрузки.
- 2 Асфальтобетонное покрытие с основанием из зернистых материалов подходит для тяжёлых и ниже уровней транспортной нагрузки.
- 3 Асфальтобетонное покрытие с основанием из материалов, укреплённых битумными вяжущими, подходит для различных уровней транспортной нагрузки.
- 4 Асфальтобетонное покрытие с цементобетонным основанием подходит для тяжёлых и выше уровней транспортной нагрузки.

4.2.4 Когда влажность земляного полотна умеренная или высокая, рекомендуется использовать основание из зернистых материалов или предусматривать улучшающий слой земляного полотна зернистым материалом.

4.2.5 В районах с большим количеством осадков должны быть приняты специальные меры для предотвращения повреждений дорожной одежды, вызванных воздействием воды, а именно размывами с образованием пустот и другими повреждениями, где в качестве оснований используются асфальтобетонное покрытие с основанием из материалов, укреплённых неорганическими вяжущими и асфальтобетонное покрытие с цементобетонным основанием.

4.2.6 В случае использования слоя основания из материалов укрепленных неорганическими вяжущими следует принять следующие меры, для уменьшения количества усадочных трещин в основании и отраженных трещин на дорожном покрытии.

- 1 Выбирать основание из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими с улучшенной устойчивостью к трещинообразованию.
- 2 Увеличить толщину асфальтобетонных слоёв или запроектировать слой из чёрного щебня или слой из фракционированного щебня на основании из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими.
- 3 На основании, укрепленном неорганическими вяжущими укладывают модифицированный битумный слой, поглощающий напряжения или укладывают геосинтетические материалы.

4.2.7 После определения комбинации конструирования слоёв дорожной одежды, толщина каждого конструктивного слоя может быть предварительно выбрана в соответствии с уровнем транспортной нагрузки согласно Приложению В настоящих правил.

4.3 Земляное полотно

4.3.1 Земляное полотно должно быть устойчивым, плотным и однородным с достаточной несущей способностью.

4.3.2 На участках дорог в выемках, с сильно выветриваемых пород, пролегающих в районах с большим количеством осадков, особое внимание следует уделить проектированию дренажа переходных участков между выемкой и насыпью с целью улучшения гидрологического состояния земляного полотна.

4.3.3 На поверхности земляного полотна, возведённого из горных пород или крупнообломочных грунтов, необходимо устраивать выравнивающий слой толщиной 200~300 мм.

4.3.4 Земляное полотно автомобильной дороги, которая строится, должно находиться в сухом или умеренно влажном состоянии, а также должны быть приняты меры по предотвращению проникновения поверхностных или подземных вод.

4.4 Верхний и нижний слой основания

4.4.1 Верхний и нижний слой основания должен иметь достаточную несущую способность, устойчивость к образованию усталостных трещин, прочность и водостойчивость. Основания из материалов, укрепленных битумными вяжущими и слои из зернистых материалов должны иметь достаточную устойчивость к накоплению остаточных деформаций.

4.4.2 Типы материалов верхнего и нижнего слоя основания можно выбрать в соответствии с таблицей 4.4.2.

Таблица 4.4.2 Категория и горизонт подходящих транспортных нагрузок для материалов верхнего и нижнего слоя основания

Тип	Тип материалов	Категория и горизонт подходящих транспортных нагрузок
Укрепленные неорганическими вяжущими	Фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом Фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом и золой-уноса Фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом и известью	Верхний и нижний слой оснований дорог для различных категорий транспортных нагрузок
	Нефракционный щебень или гравий, укрепленный цементом Нефракционный щебень или гравий, укрепленный известью и золой-уноса Нефракционный щебень или гравий, укрепленный известью	Верхний слой основания для легкой транспортной нагрузки Нижний слой основания для всех категорий транспортных нагрузок
	Грунт, укрепленный цементом, грунт, укрепленный известью, грунт, укрепленный известью и золой-уноса	Верхний слой основания для легкой транспортной нагрузки Нижний слой основания для всех категорий транспортных нагрузок
	Фракционированный щебень	Верхний слой основания для тяжелых и легких транспортных нагрузок Нижний слой основания для всех категорий транспортной нагрузки
Зернистые материалы	Фракционированный щебень	Верхний слой основания для тяжелых и легких транспортных нагрузок Нижний слой основания для всех категорий транспортной нагрузки

Таблица 4.4.2

Тип	Тип материалов	Категория и горизонт подходящих транспортных нагрузок
Зернистые материалы	Фракционированный гравий, Нефракционный щебень, природный песок Щебень с расклинкой	Верхний слой основания для средних или легких транспортных нагрузок Нижний слой основания для всех категорий транспортной нагрузки
Укрепленные битумными вяжущими	Плотный чёрный щебень Пористый чёрный щебень Высокопористый чёрный щебень	Верхний слой основания для сверхтяжёлых, особо тяжёлых или тяжёлых транспортных нагрузок
	Битум, проникающий в щебень	Верхний слой основания для тяжёлых и лёгких транспортных нагрузок
Цементобетон	Цементобетон или тощий бетон	Основание для сверх тяжёлых и особо тяжёлых транспортных нагрузок

4.4.3 Рециклированный и переработанный асфальтобетон и материалы, укрепленные неорганическими вяжущими могут быть использованы для верхних и нижних слоев основания и всех категорий транспортной нагрузки. Горячую регенерированную асфальтобетонную смесь, изготовленную в условиях АБЗ следует использовать для верхнего слоя основания с сверх тяжёлой, особо тяжёлой и тяжелой транспортными нагрузками.

4.4.4 Слой фракционированного щебня или слой из щебня, обработанного органическими вяжущими, пористый или высокопористый, может быть размещен между слоями укрепленными битумными вяжущими и слоями укрепленными органическими вяжущими.

4.4.5 Толщина верхних и нижних слоёв основания из различных материалов должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.4.5.

Таблица 4.4.5 Толщина верхних и нижних слоев основания

Тип материалов	Максимальный размер зёрен щебня (мм)	Толщина (мм), не менее
Плотный чёрный щебень Пористый чёрный щебень Высокопористый чёрный щебень	19,0	50
	26,5	80
	31,5	100
	37,5	120

Таблица 4.4.5

Тип материалов	Максимальный размер зёрен щебня (мм)	Толщина (мм), не менее
Битум, проникающий в щебень	—	40
Тощий бетон	31,5	120
Материал, укрепленный неорганическими вяжущими	19,0, 26,5, 31,5, 37,5	150
	53,0	180
Фракционированный щебень Фракционированный гравий Нефракционный щебень, природный песок	26,5, 31,5, 37,5	100
	53,0	120
Щебень с расклинкой	37,5	75
	53,0	100
	63,0	120

4.4.6 Слой основания из цементобетона для нежёсткой дорожной одежды должен соответствовать требованиям действующего «Нормы Проектирования Дорожного Цементобетонного Покрытия» (JTG D40).

4.5 Покрытие

4.5.1 Слой покрытия должен обеспечивать ровность, колееустойчивость, быть водоустойчивым, устойчивым к усталостному трещинообразованию, низкотемпературному трещинообразованию. Асфальтобетон для слоя покрытия должен также обладать сцепными свойствами и быть износоустойчивым. Слои покрытия из плотных асфальтобетонных смесей должны иметь низкую водопроницаемость.

4.5.2 Тип материалов для слоёв покрытия следует выбирать в соответствии с таблицей 4.5.2.

Таблица 4.5.2 Транспортные нагрузки и материалы для слоёв покрытий

Тип материалов	Расположение и категория транспортной нагрузки
Асфальтобетонная смесь непрерывистой гранулометрии	Верхний слой покрытия, средний и нижний слой покрытия для разных категорий транспортной нагрузки
Щебёночно-мастичный асфальтобетон	Верхний слой покрытия для категорий сверх тяжёлой, особо тяжёлой и тяжёлой транспортной нагрузкой, Слой покрытия с особыми требованиями к сцепным свойствам

Таблица 4.5.2

Тип материалов	Расположение и категория транспортной нагрузки
Горячая регенерированная асфальтобетонная смесь, изготовленная в условиях АБЗ	Верхний слой покрытия, средний и нижний слой покрытия для разных категорий транспортной нагрузки
Проникающий Чёрный щебень (изготовленный в установке, смешением на дороге и способом пропитки)	Слой покрытия для категорий средней и лёгкой транспортной нагрузки
Битумная поверхностная обработка	Слой покрытия для категорий средней и лёгкой транспортной нагрузки

4.5.3 Для верхнего слоя покрытия с особыми требованиями к сцепным свойствам, для обеспечения водоотвода и шумоподавления следует применять высокопористые асфальтобетоны. Под верхним слоем покрытия необходимо устраивать гидроизоляционный слой, в качестве гидроизоляционного слоя можно применять слой, образовавшийся в результате розлива модифицированной битумной эмульсии, модифицированного битума и др.

4.5.4 Толщина асфальтобетонных слоёв с различным максимальным размером минеральных зёрен, должна соответствовать требованиям табл. 4.5.4. Толщина конструктивных слоёв устроенных из непрерывистых асфальтобетонных смесей или щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) должна быть не менее 2, 5 максимальных размеров минерального заполнителя. Толщина конструктивного слоя из высокопористой асфальтобетонной смеси не должна быть менее 2, 0 максимальных размеров минерального заполнителя.

Табл. 4.5.4 Толщина асфальтобетонных слоёв с различной максимальной крупностью зёрен щебня

Асфальтобетонные смеси	Толщина слоя асфальтобетона с максимальным размером щебня, не менее (мм)					
	4,75	9,5	13,2	16,0	19,0	26,5
Асфальтобетонная смесь непрерывистой гранулометрии	15	25	35	40	50	75
Щебёночно-мастичная асфальтобетонная смесь	—	30	40	50	60	—
Высокопористая асфальтобетонная смесь	—	20	25	30	—	—

4.5.5 Толщина слоя битума, проникающего в щебень должна составлять 40–80 мм в случае использования битумов и не более 50 мм в случае использования битумной

эмульсии. Толщина асфальтобетонного слоя, уложенного поверх щебёночного слоя устраиваемого по способу пропитки должна быть не менее 25 мм.

4.5.6 Поверхностная обработка битумом, устраиваемая для повышения сцепных свойств покрытия, может быть одно-, двух- и трёхслойной. Толщина однослойной поверхностной обработки должна составлять 10–15 мм, толщина двухслойной должна составлять 15–25 мм, а толщина трёхслойной от 25–30 мм.

4.6 Функциональный слой

4.6.1 Когда толщина конструкции дорожной одежды, в районе с сезонно-мерзлым грунтом, не обеспечивает требование по предохранению от промерзания, необходимо устраивать морозозащитный слой. Морозозащитный слой должен состоять из зернистых материалов, таких как крупнозернистый песок и прочие зернистые материалы как гравий или щебень.

4.6.2 На участках с высоким уровнем грунтовых вод и плохим дренажом, при наличии капиллярных вод, родниковых вод и на участках с разработкой выемок горных пород с плохими гидрологическими условиями, при использовании материалов для верхних или нижних слоёв основания, которые представляют незернистые материалы, между верхним или нижним слоем основания или земляным полотном, может быть предусмотрен зернистый слой. Зернистый слой необходимо соединить с кромкой земляного полотна или с кюветом инфильтрационной канавой, его толщина должна быть не меньше 150 мм.

4.6.3 Между слоем из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими или слоем устроенным по технологии холодного ресайклинга и асфальтобетонным покрытием следует предусмотреть герметизирующий слой. Герметизирующим слоем может быть одиночная битумная поверхностная обработка или шламовый герметизирующий слой. При укладке модифицированного битумного слоя, поглощающего напряжения, герметизирующий слой может не устраиваться.

4.6.4 Модифицированная битумная эмульсия, битум нефтяной дорожный или модифицированный битум, должны быть выбраны и использованы в связующем слое для сверхтяжёлых, особо тяжёлых или тяжёлых категорий транспортных нагрузок. Битумная эмульсия может использоваться как связующий слой для средних или легких категорий транспортных нагрузок. Модифицированный битум следует использовать как связующий слой между цементобетонной плитой и слоем асфальтобетонного покрытия.

4.6.5 Модифицированный битум, битум нефтяной дорожный или битумная эмульсия могут быть использованы в качестве вяжущего однослойной поверхностной обработки для герметизирующего слоя. Слой модифицированного битума, поглощающий напряжения должен быть из прорезиненного битума.

4.6.6 На поверхности слоя основания из зернистых материалов или материалов укрепленных неорганическими вяжущими следует устраивать подгрунтовку. Функциональный слой должна иметь хорошую проницаемость. Для этого можно применять битумные эмульсии или разжиженный битум.

4.7 Обочины

4.7.1 Конструкция обочины и выбор материала, должны соответствовать дорожной одежде проезжей части и не должны мешать водоотводу со всей конструкции дорожной одежды.

4.7.2 Для автомобильных дорог с сверхтяжелой, особо тяжелой и тяжелой транспортными нагрузками, а также в регионах с мерзлым грунтом, основание укрепленной обочины, материалы слоев основания и их толщины должны быть идентичными с дорожной одеждой основной проезжей части автомобильной дороги.

4.7.3 Укрепленные обочины автомобильных дорог III и IV категорий, должны быть устроены из материалов, укрепленных битумными вяжущими или зернистых материалов.

4.8 Дорожный водоотвод

4.8.1 Внутренний водоотвод в конструкции дорожной одежды должен соединяться с другими соответствующими водоотводными системами автомобильной дороги и соответствовать действующему требованию по стандарту: «Стандарт Проектирования Водоотвода Автомобильной Дороги» (JTG/T D33).

4.8.2 При использовании слоя покрытия из высокопористых асфальтобетонных смесей устраивается дренирующий слой и морозозащитный слой из зернистых материалов, пористых или высокопористых асфальтобетонных смесей. Такой дренирующий слой может располагаться либо по всей ширине земляного полотна либо соединяться с краевой дренажной системой.

5 Требования к свойствам материалов и расчётные параметры

5.1 Общие положения

5.1.1 Материалы дорожной одежды должны быть спроектированы на основе технико-экономического обоснования в соответствии с категорией автомобильной дороги, транспортной нагрузкой, климатическими условиями, функциональными требованиями каждого структурного слоя, характеристиками местных материалов и должны быть определены их расчётные параметры.

5.1.2 Требования к свойствам исходного материала, а также к составу смеси и свойствам каждого конструктивного слоя должны соответствовать требованиям действующих документов, таких как «Технические Правила Для Строительства Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог» (JTG F40) и «Технические Правила Для Строительства Основания Дорожной Одежды Автомобильных Дорог» (JTG/T F20) в сочетании с инженерными характеристиками и местным опытом.

5.1.3 Определение проектных параметров материала конструктивного слоя дорожной одежды можно разделить на следующие 3 уровня.

- 1 Уровень А, определяется путем лабораторных испытаний.
- 2 Уровень Б, определяется путем использования существующего опыта.
- 3 Уровень В, определяется по ссылке на справочные значения.

5.1.4 На этапе проектирования автомагистралей и автомобильных дорог I категории следует принимать уровень А. На других этапах проектирования можно использовать уровень Б или уровень В. Уровень Б или уровень В можно использовать для автомобильных дорог II категории и ниже категорий.

5.2 Земляное полотно

5.2.1 Определение модуля упругости на поверхности земляного полотна должно соответствовать положениям действующего «Стандарта На Проектирование Земляного Полотна Автомобильных Дорог» (JTG D30).

5.2.2 Модуль упругости на поверхности земляного полотна должен соответствовать требованиям таблицы 5.2.2. Если требования не выполняются, необходимо принять меры для повышения модуля упругости на поверхности земляного полотна путём замены грунтов, устройства слоя из зернистых материалов или материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, или путём обработки известью и цементом.

Таблица 5.2.2 Требования к модулю упругости на поверхности земляного полотна(МПа)

Уровень транспортной нагрузки	Сверх тяжёлый	Особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний, лёгкий
Модуль упругости, не менее	70	60	50	40

5.3 Зернистые материалы

5.3.1 Величина CBR фракционированного щебня на уровне слоя основного и нижнего слоя основания должно соответствовать требованиям таблицы 5.3.1.

Таблица 5.3.1 Требования к величине CBR для фракционированного щебня

Конструктивный слой	Категория автомобильных дорог	Сверх тяжёлый, особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний, лёгкий
Верхний слой основания	Автомагистраль, I категория	≥200	≥180	≥160
	II категория и ниже категории	≥160	≥140	≥120
Нижний слой основания	Автомагистраль, I категория	≥120	≥100	≥80
	II категория и ниже категории	≥100	≥80	≥60

5.3.2 Фракционированный щебень или природный гравий при устройстве основания, значение CBR должно быть не менее 80. Фракционированный щебень или природный гравий при устройстве нижнего слоя основания для сверх тяжёлых, особо тяжёлых и

тяжёлых транспортных нагрузок, значение CBR должно быть не менее 80; Для средних транспортных нагрузок, значение CBR должно быть не менее 60; Для лёгких транспортных нагрузок, значение CBR должно быть не менее 40.

5.3.3 Номинальный максимальный размер зёрен зернистых материалов на верхнем слое основания автомагистралей и автомобильных дорог I категории не должен превышать 26,5 мм; В нижнем слое основания при использовании фракционированного щебня или фракционированного песка, номинальный максимальный размер зёрен зернистых материалов не должен превышать 31,5 мм; При применении природного гравия в нижнем слое основания, номинальный максимальный размер зёрен зернистых материалов не должен превышать 53,0 мм. Номинальный максимальный размер зёрен зернистых материалов верхнего и нижнего слоя основания автомобильных дорог II категории и ниже не должен превышать 53,0 мм.

5.3.4 Номинальный максимальный размер зёрен в слое щебня с расклинкой должен составлять $1/2 \sim 2/3$ от его толщины. При использовании щебня, заполняющего щели для основного слоя, номинальный максимальный размер зёрен заполнителя не должен превышать 53,0 мм, При использовании для нижнего слоя основания номинальный максимальный размер зёрен щебня не должен превышать 63,0 мм.

5.3.5 Максимальный размер зёрен гравия и щебня, используемых в морозозащитном слое, не должен превышать 53,0 мм.

5.3.6 Содержание зёрен щебня, проходящих через сито 0,075 мм в составе фракционных песков и гравиях, не должно превышать 5%. При невыполнении требований допускается использование природного песка для замены части мелкого заполнителя.

5.3.7 Модуль упругости зернистого слоя должен быть получен путем умножения модуля упругости зернистых материалов на поправочный коэффициент влажности при проверке конструкции. Поправочный коэффициент влажности можно выбрать в диапазоне 1,6 ~ 2,0. Модуль упругости зернистых материалов должен использовать экспериментальное значение при оптимальной влажности и при соответствующих условиях плотности в сухом состоянии по требованию к степени уплотнения. Требования к степени уплотнения должны соответствовать действующим положениям «Технических Правил Для Строительства Основания Дорожной Одежды Автомобильных Дорог» (JTG / T F20).

5.3.8 Модуль упругости зернистых материалов в условиях оптимальной влажности и плотности в сухом состоянии, соответствующий требованию уплотнения, должен соответствовать положениям пункта 5.1.4 настоящих правил, определяться по

соответствующему уровню:

- 1 Уровень А определяется повторным испытанием на трёхосное сжатие с нагрузкой в соответствии с Приложением Г и получением среднего значения результатов испытаний модуля упругости.
- 2 Уровень В определяется по таблице 5.3.8. Значение модуля упругости зернистых материалов зависит от типа и слоя зернистых материалов.

Таблица 5.3.8 Диапазон значений модуля упругости зернистых материалов (МПа)

Слой и тип материалов	Оптимальная влажность при плотности в сухом состоянии, соответствующая требованию уплотнения	После регулировки влажности
Основание из щебня	200~400	300 ~ 700
Нижний слой основания из фракционного щебня	180~250	190 ~ 440
Основание из фракционного гравия	150~300	250 ~ 600
Нижний слой основания из фракционного гравия	150~220	160 ~ 380
Слой из нефракционного щебня	180~220	200 ~ 400
Слой из природного песка и гравия	105~135	130 ~ 240

Примечание: Если материал с хорошими характеристиками и хорошо фракционирован или с высокой степенью уплотнения, то принимается большее значение, в противном случае принимается меньшее значение.

5.4 Материалы, укрепленные неорганическими вяжущими

5.4.1 При использовании материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, для оснований автомагистралей и автомобильных дорог I категории номинальный максимальный размер зёрен не должен превышать 31,5 мм; При использовании в нижнем слое основания автомагистралей и автомобильных дорог I категории или в основании автомобильных дорог II категории и ниже, номинальный максимальный размер зёрен не должен превышать 37,5 мм; При использовании в нижнем слое основания автомобильных дорог II категории и ниже, номинальный максимальный размер зёрен не должен превышать 53,0 мм;

5.4.2 Содержание цемента в материалах, укрепленных цементом должна составлять от 3,0% до 6,0%.

5.4.3 Номинальный максимальный размер зёрен крупного заполнителя для тощего бетона не должен превышать 31,5 мм, количество цемента должен быть не менее 170 кг/м³ и стандартное значение прочности бетона на растяжение при изгибе 28-дневной должно контролироваться в диапазоне 2,0 ~ 2,5 МПа.

5.4.4 Репрезентативное значение предела прочности при сжатии на 7-ые сутки материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, должно соответствовать требованиям таблицы 5.4.4.

Таблица 5.4.4 Стандарт предела прочности при сжатии на 7-ые сутки для материалов, укрепленных неорганическими вяжущими (репрезентативное значение)(МПа)

Материал	Конструктивный слой	Категория автомобильной дороги	Сверх тяжёлая, особо тяжёлая транспортная нагрузка	Тяжёлая транспортная нагрузка	Средняя, лёгкая транспортная нагрузка
Укреплённый цементом	Верхний слой основания	Автомагистраль, категория I автомобильной дороги	5,0 ~ 7,0	4,0 ~ 6,0	3,0 ~ 5,0
		Категория II автомобильной дороги и ниже категории	4,0 ~ 6,0	3,0 ~ 5,0	2,0 ~ 4,0
	Нижний слой основания	Автомагистраль, категория I автомобильной дороги	3,0 ~ 5,0	2,5 ~ 4,5	2,0 ~ 4,0
		Категория II автомобильной дороги и ниже категории	2,5 ~ 4,5	2,0 ~ 4,0	1,0 ~ 3,0
Укреплённый цементом и золой-уноса	Верхний слой основания	Автомагистраль, категория I автомобильной дороги	4,0 ~ 5,0	3,5 ~ 4,5	3,0 ~ 4,0
		Автодорога категория II и ниже категории	3,5 ~ 4,5	3,0 ~ 4,0	2,5 ~ 3,5

Таблица 5.4.4

Материал	Конструктивный слой	Категория автомобильной дороги	Сверх тяжёлая, особо тяжёлая транспортная нагрузка	Тяжёлая транспортная нагрузка	Средняя, лёгкая транспортная нагрузка
Укреплённый цементом и золой-уноса	Нижний слой основания	Автомагистраль, категория I автомобильной дороги	$\geq 0,8$	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$
		Категория II автомобильной дороги и ниже категории	$\geq 0,7$	$\geq 0,6$	$\geq 0,5$
Укреплённый известью	Верхний слой основания	Категория II автомобильной дороги и ниже категории	—	—	$\geq 0,8a$
	Нижний слой основания	Автомагистраль, категория I автомобильной дороги	—	—	$\geq 0,8$
		Категория II автомобильной дороги и ниже категории	—	—	0,5 ~ 0,7b

Примечание: ^a В регионах, с низкой пластичностью грунта (индекс пластичности менее 7), предел прочности на сжатие гравия и щебня, укрепленного известью на 7-ые сутки должно быть больше 0,5 МПа (100г предела текучести для испытания балансирующего конуса)

^b Меньшее значение используется для глин с индексом пластичности менее 7, а большее значение используется для глин с индексом пластичности больше или равным 7.

5.4.5 Прочность на растяжение при изгибе и модуль упругости материалов, укрепленных неорганическим вяжущим, должны определяться в соответствии с положениями пункта 5.1.4 настоящих правил и на основе соответствующего уровня.

1 Уровень А согласно Приложению Д к настоящим правилам определяют методом испытания на одноосное сжатие в промежуточном сечении. Определение

прочности на растяжение при изгибе и модуля упругости должно соответствовать положениям Т0851 действующих «Правил Испытаний Материалов, Укреплённых Неорганическими Вяжущими Для Строительства Автомобильных Дорог» (JTG E51). Во время испытания, возраст образцов материалов, укрепённых цементом и материалов, укрепённых цементом и золой – уноса должен составлять 90 дней, а возраст образца материалов, укрепённых известью и золой – уноса, должен составлять 180 дней. Следует использовать средние значения прочности на растяжение при изгибе и модуля упругости.

- 2 Уровень В, прочность на растяжение при изгибе и модуль упругости возможно определить согласно таблице 5. 4. 5

Таблица 5. 4. 5 Диапазон значений прочности на растяжение при изгибе и модуля упругости материалов, укрепённых неорганическими вяжущими (МПа)

Материал	Прочность на растяжение при изгибе	Модуль упругости
Зернистый материал, укрепённый цементом,	1,5~2,0	18000~28000
Зернистый материал, укрепённый цементом и золой-уноса, Зернистый материал, укрепённый золой-уноса и известью	0,9~1,5	14000~20000
Грунт, укрепённый цементом, Грунт, укрепённый цементом и золой-уноса, Грунт, укрепённый золой-уноса и известью	0,6~1,0	5000~7000
Известковый грунт	0,3~0,7	3000~5000

Примечание: В случае высокого расхода вяжущего и повышенными характеристиками, высокой степенью уплотнения или градацией высшего класса, принимается большее значение, в противном случае принимается меньшее значение.

5. 4. 6 Во время конструктивной проверки модуль упругости материалов, укрепённых неорганическим вяжущим, следует умножить на поправочный коэффициент модуля конструктивного слоя равный 0,5.

5. 4. 7 Основание укрепённое известью и золой-уноса автомагистралей и автомобильных дорог I категории в районе сезонно-мерзлого грунта должны быть испытаны на морозостойкость для материалов в соответствии с положениями действующих «Правил Испытаний Материалов, Укреплённых Неорганическими Вяжущими Для Строительства Автомобильных Дорог» (JTG E51) Т0858, коэффициент остаточной прочности при сжатии должен соответствовать требованиям таблицы 5. 4. 7.

Таблица 5. 4. 7 Технические требования к морозостойкости материалов, укрепленных известью и золой-уноса

Климатическая зона	Зона тяжелого замерзания	Зона среднего замерзания
Коэффициент остаточной прочности при сжатии (%)	≥70	≥65

5. 5 Материалы, укрепленные битумными вяжущими

5. 5. 1 Материалы, укрепленные битумными вяжущими должны быть дорожные нефтяные битумы и обработанные и материалы, марку битума следует применять в соответствии с категорией автомобильных дорог, климатическими условиями, категорией транспортной нагрузки, расположением слоя конструкции и условиями строительства.

5. 5. 2 Для автомобильных дорог с сверх тяжелой, особо тяжелой и тяжелой транспортными нагрузками; автомобильных дорог в суровых погодных условиях и непрерывных длинных и крутых участках с продольным уклоном, средний слой и слой покрытия должны быть оптимального гранулометрического состава смеси и применять модифицированный битум или использовать добавки.

5. 5. 3 Для слоя покрытия из высокопористой асфальтобетонной смеси, вяжущее должно представлять собой высоковязкий битум или резиновый битум, вместо минерального порошка следует использовать соответствующее количество гашеной извести или цемента.

5. 5. 4 Номинальный максимальный размер зёрен для асфальтобетонной смеси в слое покрытия не должен превышать 16, 0 мм, номинальный максимальный размер зёрен асфальтобетонной смеси в среднем и нижнем слое покрытия не должен быть менее 16, 0 мм, а номинальный максимальный размер зёрен чёрного щебня в основании не должен быть менее 26, 5 мм.

5. 5. 5 Низкотемпературные характеристики битума слоя покрытия автомагистралей и автомобильных дорог I категории в районе сезонно-мерзлого грунта должны соответствовать следующим показателям:

- 1 Проанализировать среднее значение самой низкой годовой температуры за последние 10 лет и принять как расчётную низкую температуру дорожного покрытия. В условиях испытания, когда расчётная низкая температура дорожного покрытия увеличивается на 10 градусов, жёсткость ползучести St , определённая

при испытании трансформации с помощью не должна превышать 300 МПа, а наклон кривой ползучести m не должен превышать 0,30.

2 Когда жёсткость ползучести St находится в диапазоне 300–600 МПа, а наклон кривой ползучести m больше 0,30, необходимо продлить испытание на прямое растяжение битума, и деформации разрушения не должна быть менее 1%.

3 Когда вышеуказанные требования не выполняются, для определения критической температуры трещинообразования битума используются реологические испытания на изгибающуюся балку и испытание на прямое растяжение. Критическая температура трещинообразования не должна быть выше, чем расчётная низкая температура дорожного покрытия.

5.5.6 Асфальтобетонные смеси с номинальным максимальным размером зёрен не более 19,0 мм для автомобильных дорог II категории и выше, должны быть проведены испытания балки на изгиб при температуре -10°C и скорости нагружения 50 мм / мин. Деформация разрушения асфальтобетонной смеси должна соответствовать требованиям таблицы 5.5.6.

Таблица 5.5.6 Технические требования к деформации разрушения асфальтобетонной смеси при испытании на изгиб при низкой температуре

Климатические условия и технические показатели	Соответствующие деформации разрушения, необходимые для нижеследующих климатических зон (II)										Метод испытания
	<-37,0		-21,5 ~ -37,0			-9,0 ~ -21,5		>-9,0			
	1. Зоны с суровыми зимними морозами		2. Зимняя морозная зона			3. Зимняя холодная зона		4. Зимняя тёплая зона			
1-1	2-1	1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	1-4	2-4			
Обычная асфальтобетонная смесь, не менее	2600		2300			2000				T 0715	
Асфальтобетонная смесь на модифицированных битумах, не менее	3000		2800			2500					

Примечание: Определение климатических зон должно соответствовать положениям действующих «Технические Правила Для Строительства Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог» (JTG F40)

5.5.7 Асфальтобетонная смесь для автомагистралей и автомобильных дорог I категории

должна подвергаться испытанию на колееобразование в указанных условиях и должна соответствовать требованиям таблицы 5.5.7. Это также применимо к автомобильным дорогам II категории.

Таблица 5.5.7 Технические требования динамической устойчивости при испытании на колееобразование асфальтобетонной смеси (раз/мм)

Климатические условия и технические показатели		Соответствующие технические требования по динамической устойчивости, предъявляемые к следующим климатическим зонам									Метод испытания
		>30				20 ~ 30				<20	
Средняя максимальная температура июля (°С) и климатическая зона		1. Летняя жаркая зона				2. Летняя тёплая зона				3. Летняя прохладная зона	Т 0719
		1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	3-2	
Асфальтобетонная смесь, не менее		800		1000		600		800		600	Т 0719
Асфальтобетонная смесь на модифицированном битуме, не менее		2800		3200		2000		2400		1800	
ЩМА, не менее	Обычный битум	1500									
	Модифицированный битум	3000									
OGFC смесь, не менее		1500(средняя и лёгкая категории транспортной нагрузки), 3000 (тяжёлая и выше категории транспортной нагрузки)									

Примечание:1.Определение климатических зон должно соответствовать положениям «Технические Правила Для Строительства Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог» (JTG F40).

- 2.Если средняя максимальная температура в другие месяцы выше температуры июля, можно использовать среднюю максимальную температуру в другом месяце.
- 3.При особых обстоятельствах для покрытия металлического моста, длинных подъёмных участках с большим количеством большегрузных транспортных средств или большими продольными уклонами, специальных дорог для заводов и шахт, требования к динамическому устойчивости могут быть соответствующим образом повышены.
- 4.Для районов с жарким климатом или автомобильных дорог с сверхтяжёлой транспортной нагрузкой и выше, можно увеличить температуру испытания и испытательную нагрузку в зависимости от климатических условий и обстоятельств транспортного движения.

5.5.8 Метод испытания на одноосную прочность вдавливания штампа в асфальтобетон, указанный в Приложении Е настоящих правил, следует использовать для определения

прочности вдавливания штампа в асфальтобетон. Прочность вдавливания штампа в асфальтобетон на основании из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, а так же асфальтобетонное покрытие на цементобетонном основании должно удовлетворять требованиям уравнения (5.5.8-1).

$$R_{\tau s} \geq \left(\frac{0.31 \lg N_{e5} - 0.68}{\lg [R_a] - 1.31 \lg T_d - \lg \psi_s + 2.50} \right)^{1.86} \quad (5.5.8-1)$$

где: $[R_a]$ —Допустимая остаточная деформация асфальтобетонного слоя (мм) определяется в зависимости от категории дороги и с учётом таблицы 3.0.6-1,

N_{e5} —В течении расчётного срока службы или периода от начала эксплуатации до первого ремонта по колееобразованию, месяц при среднемесячной температуре выше 0°C , совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось в расчётной полосе движения рассчитывается в соответствии с Приложением А к настоящим правилам.

T_d —Расчётная температура ($^{\circ}\text{C}$), которая представляет собой среднюю температуру ($^{\circ}\text{C}$) месяца, где средняя месячная температура в районе превышает 0°C .

ψ_s —Коэффициент структуры дорожного покрытия, рассчитанный по формуле (5.5.8-2).

$$\psi_s = (0.52h_a^{-0.003} - 317.59h_b^{-1.32}) E_b^{0.1} \quad (5.5.8-2)$$

где: h_a —Толщина асфальтобетонного слоя (мм).

h_b —Толщина слоя основания укрепленного неорганическими вяжущими или цементобетонного слоя (мм).

E_b —Модуль слоя основания укрепленного неорганическими вяжущими или цементобетонного слоя (мм).

$R_{\tau s}$ —Совокупная прочность вдавливания штампа каждого асфальтобетонного слоя, определяемая по формуле (5.5.8-3):

$$R_{\tau s} = \sum_{i=1}^n w_{is} R_{\tau i} \quad (5.5.8-3)$$

где: $R_{\tau i}$ —Прочность вдавливания штампа (МПа) асфальтобетонной смеси i -слойной конструкции определяют испытанием в соответствии с методом, приведенным в Приложении Е. Для обычного асфальтобетона составляет 0, 4-0, 7 МПа, а модифицированный асфальтобетон 0, 7-1, 2 МПа;

n —число асфальтобетонных слоёв;

w_{is} —удельный вес i -го асфальтобетонного слоя представляет собой отношение

напряжения сдвига в средней точке толщины i -го слоя к сумме напряжения сдвига в средней точке каждой толщины слоя ($w_{is} = \tau_i / \sum_{i=1}^n \tau_i$).

Когда слой асфальтобетона представляет собой 1 слой, w_1 занимает 1, 0, когда 2 асфальтобетонных слоя, сверху вниз, w_1 может принимать 0,48, w_2 может принимать 0,52, когда асфальтобетонные слои имеют 3 слоя, сверху вниз, w_1 , w_2 и w_3 можно принять равными 0,35, 0,42 и 0,23 соответственно.

5.5.9 Асфальтобетонное покрытие на слое основания из зернистых материалов или асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из зернистых материалов прочность вдавливания штампа в асфальтобетон должна соответствовать требованиям формулы (5.5.9-1).

$$R_{\tau g} \geq \left(\frac{0.35 \lg N_{es} - 1.16}{\lg [R_a] - 1.62 \lg T_d - \lg \psi_g + 2.76} \right)^{1.38} \quad (5.5.9-1)$$

где: Ψ_g — коэффициент конструкции дорожной одежды, рассчитанный по формуле (5.5.9-2).

$$\psi_g = 20.16 h_a^{-0.642} + 820916 h_b^{-2.84} \quad (5.5.9-2)$$

где: $R_{\tau g}$ — совокупная прочность вдавливания штампа каждого асфальтобетонного слоя, определяется по формуле (5.5.9-3).

$$R_{\tau g} = \sum_{i=1}^n w_{ig} R_{\tau i} \quad (5.5.9-3)$$

где: w_{ig} — удельный вес i -го асфальтобетонного слоя равный отношению напряжения сдвига в середине толщины i -го слоя к сумме напряжения сдвига в середине толщины каждого слоя ($w_{ig} = \tau_i / \sum_{i=1}^n \tau_i$). Когда асфальтобетонный слой представляет собой 1 слой, w_1 занимает 1, 0, ; Когда асфальтобетонный слой составляет 2 слоя, сверху вниз, w_1 может принимать 0,44, w_2 может принимать 0,56; когда асфальтобетонный слой имеет 3 слоя, сверху вниз, w_1 , w_2 и w_3 можно принять равными 0,27, 0,36 и 0,37 соответственно.

Значения других символов такие же, как (5.5.8-1) ~ (5.5.8-3).

5.5.10 Асфальтобетонные смеси должны быть проверены на остаточную устойчивость с помощью иммерсионного испытания Маршалла и коэффициента остаточной прочности с помощью испытания на раскол при замораживании-оттаивании для проверки водостойкости. Два индикатора должны соответствовать требованиям таблицы 5.5.10.

Когда водостойкость не соответствует требованиям, могут быть приняты такие меры, как добавление гашеной извести, цемента или средство против осыпания или замена заполнителей.

Таблица 5. 5. 10 Технические требования к водостойкости асфальтобетонной смеси

Тип асфальтобетонной смеси	Технические требования, соответствующие следующим годовым осадкам (мм) (%)		Метод испытания
	≥500	<500	
Остаточная устойчивость по испытанию Маршала в воде (%)			
Обычная асфальтобетонная смесь, не менее	80	75	T0709
Модифицированная асфальтобетонная смесь, не менее	85	80	
ЩМА, не менее	Обычный битум	75	
	Модифицированный битум	80	
Отношение остаточной прочности при испытании на замораживание-оттаивание и трещину расщепления (%)			
Обычная асфальтобетонная смесь, не менее	75	70	T0729
Модифицированная асфальтобетонная смесь, не менее	80	75	
ЩМА, не менее	Обычный битум	75	
	Модифицированный битум	80	

5. 5. 11 Динамический модуль сжатия асфальтобетона должен быть определен в соответствии с положениями статьи 5.1.4 настоящих правил и на основе соответствующего уровня.

- 1 Уровень А, определение динамического модуля сжатия асфальтобетона должно соответствовать положениям действующих «Правил Испытания Битума и Асфальтобетонной Смеси Для Строительства Автомобильных дорог» (JTG E20) T0738, принять среднее значение, температура для испытания составляет 20 °С, частота нагрузки на слой покрытия асфальтобетонной смеси составляет 10 Гц, а частота загрузки слоя основания из асфальтобетонной смеси 5 Гц.
- 2 Уровень Б, для расчёта и определения модуля динамического сжатия асфальтобетона, необходимо использовать формулу (5. 5. 11), которая подходит для дорожного нефтяного битума и асфальтобетонной смеси стандартного гранулометрического состава:

$$\lg E_a = 4.59 - 0.02f + 2.58G^* - 0.14P_a - 0.041V - 0.03VCA_{DRC} - 2.65 \cdot 1.1^{\lg f} G^* \cdot f^{-0.06} - 0.05 \cdot 1.52^{\lg f} VCA_{DRC} \cdot f^{-0.21} + 0.0031f \cdot P_a + 0.0024V \quad (5. 5. 11)$$

где: E_a —динамический модуль сжатия асфальтобетона (МПа);

f —частота испытаний (Гц);

G^* —динамический комплексный модуль сдвига битума при 60 °С и 10 рад / с (кПа);

P_a —соотношение битума и щебня (минерального сырья) в асфальтобетонной смеси (%);

V —пористость уплотненного асфальтобетона (%);

VCA_{DRC} —пористость засыпки (%) крупного заполнителя в уплотненном состоянии.

3 Уровень В, динамический модуль сжатия асфальтобетона определяется по таблице 5.5.11.

Таблица 5.5.11 Диапазон значений динамического модуля сжатия часто используемой асфальтобетонной смеси при 20 °С (МПа)

Тип асфальтобетонной смеси	Марка битума			
	Битум нефтяной дорожный марки 70	Битум нефтяной дорожный марки 90	Битум нефтяной дорожный 110	Модифицированный битум с добавкой SBS
ЩМА10/ЩМА13/ЩМА16	—	—	—	7500~12000
АС10/ АС13	8000~12000	7500~11500	7000~10500	8500~12500
АС16/ АС20/АС25	9000~13500	8500~13000	7500~12000	9000~13500
АТВ25	7000~11000	—	—	—

Примечание:1.АТВ25 модуль динамического сжатия при 5Гц, а для других асфальтобетонов модуль динамического сжатия при 10 Гц.

2.Если вязкость битума высокая, хорошо подобран гранулометрический состав или низкая пористость, необходимо выбирать большее значение, в противоположном случае меньшее значение.

5.6 Коэффициент Пуассона

5.6.1 Коэффициент Пуассона различных материалов определяется в соответствии с таблицей 5.6.1.

Таблица 5.6.1 Значения коэффициента Пуассона

Тип материалов	Земляное полотно	Зернистый материал	Материал, укрепленный неорганическими вяжущими	Плотная асфальтобетонная смесь	Высокопористая асфальтобетонная смесь, Пористая асфальтобетонная смесь
Коэффициент Пуассона	0,40	0,35	0,25	0,25	0,40

6 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды

6.1 Общие положения

6.1.1 Расчёт механических показателей конструкции дорожной одежды должен основываться на теории упругой многослойной непрерывной системы под действием равномерной вертикальной нагрузки двойного круга.

6.1.2 Для комбинации конструкции дорожной одежды во-первых должен составить предварительный план и конструкция дорожной одежды должна быть проверена в соответствии с Приложением В, а затем план конструкции дорожной одежды должен быть выбран на основе инженерного опыта и экономического анализа. Для автомобильных дорог II категории и ниже, когда категория транспортной нагрузки является средним и легкой, план проектирования дорог может быть выбран в соответствии с существующим опытом конструкции в соответствующем районе.

6.2 Проектные показатели

6.2.1 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды должна основываться на комбинацию конструкции дорожной одежды, справочной таблицы 6.2.1 для выбора показателей проектирования.

Таблица 6.2.1 Проектные показатели дорожных одежд различных комбинаций конструкций

Тип слоя основания	Тип нижнего слоя основания	Проектные показатели
Материал, укрепленный неорганическими вяжущими	Зернистый материал	Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя укрепленного неорганическим вяжущим, Остаточная деформация асфальтобетонного слоя
	Материал укрепленный неорганическими вяжущими	

Таблица 6.2.1

Тип слоя основания	Тип нижнего слоя основания	Проектные показатели
Материал, укрепленный битумными вяжущими	Зернистый материал	Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части асфальтобетонного слоя, Остаточная деформация асфальтобетонного слоя, Вертикальная деформация от сжатия на поверхности земляного полотна
	Материал, укрепленный неорганическими вяжущими	Остаточная деформация асфальтобетонного слоя, Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя укрепленного неорганическим вяжущим
Зернистый	Зернистый материал	Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части асфальтобетонного слоя, Остаточная деформация слоя асфальтобетонной смеси, Вертикальная деформация от сжатия на поверхности земляного полотна
	Материал, укрепленный неорганическими вяжущими	Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя асфальтобетонной смеси, Остаточная деформация слоя асфальтобетонной смеси, Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя укрепленного неорганическим вяжущим
Цементобетон	—	Остаточная деформация слоя асфальтобетонной смеси

Примечание: 1. В районе сезонно-мёрзлого грунта, следует добавить проверку на низкотемпературное растрескивание асфальтобетонного покрытия и проверку толщины морозозащитных слоёв.

2. При устройстве слоя из зернистых материалов между асфальтобетонным слоем и слоем, укрепленным неорганическими вяжущими, необходимо рассчитывать срок усталости и растрескивания для асфальтобетонных слоёв.

3. Слой основания из цементобетона должен быть запроектирован в соответствии с действующим стандартом «Нормы Проектирования Дорожного Цементобетонного Покрытия Автомобильной Дороги» (JTG D40).

6. 2. 2 При расчёте и проверке конструкции дорожной одежды, для различных проектных показателей следует выбрать механическую реакцию в вертикальном положении, указанную в таблице 6. 2. 2, и должен рассчитать положение точки, как показано на рисунке 6. 2. 2, выбрать меры максимальной механической реакции, рассчитанную по 4

точкам А. В. С. D.

Таблица 6. 2. 2 Механическая реакция и её вертикальное положение по каждому проектному показателю

Проектные показатели	Механическая реакция	Вертикальное положение
Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части асфальтобетонного слоя	Горизонтальные растягивающие напряжения вдоль направления движения	Нижняя часть асфальтобетонного слоя
Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя, укрепленного неорганическим вяжущим	Горизонтальные растягивающие напряжения вдоль направления движения	Нижняя часть слоя укрепленного неорганическим вяжущим
Остаточная деформация асфальтобетонного слоя	Вертикальные сжимающие напряжения	Верхняя часть каждого асфальтобетонного слоя
Сжимающие вертикальные деформации на поверхности земляного полотна	Вертикальное сжимаемое напряжение	Поверхность земляного полотна

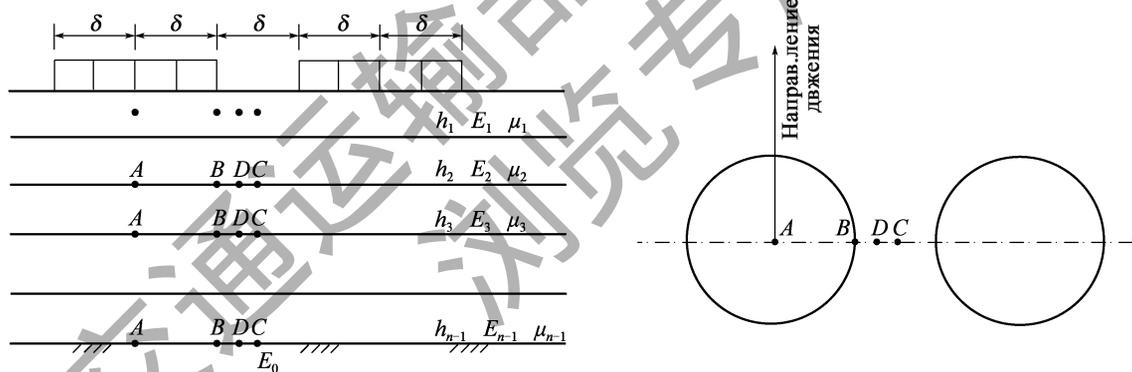


Рис.6.2.2 Схема положения точки расчёта механической реакции

6. 3 Параметры транспорта, материалов и окружающей среды

6. 3. 1 Совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось, соответствующей каждому проектному показателю, должно определяться в соответствии с результатами исследования и анализа параметров движения и проектным сроком эксплуатации согласно приложению А.

6. 3. 2 При проверке оценки конструкции дорожной одежды значения модуля упругости

конструкции слоя должны соответствовать следующим требованиям.

- 1 Для слоёв асфальтобетонного покрытия принимают динамический модуль сжатия при условии воздействия с частотой 20°С и 10 Гц, слой основания из материалов, укрепленных битумными вяжущими использует динамический модуль сжатия при условии воздействия с частотой 20°С и 5Hz.
- 2 Для слоёв основания, укрепленных неорганическими вяжущими применяют модуль упругости с поправкой на скорректированный коэффициент.
- 3 Для зернистых слоёв принимают модуль упругости с поправкой на влажность, для земляного полотна принимают эквивалентный модуль на поверхности земляного полотна в состоянии равновесия влажности с учётом воздействия циклов высыхания-увлажнения и замораживания-оттаивания.

6.3.3 При выполнении расчётов и проверки на срок службы до образования усталостной трещины асфальтобетонных слоёв, слоя укрепленного неорганическим вяжущим на срок службы до образования усталостной трещины и на сжимаемые вертикальные деформации на поверхности земляного полотна, поправочный коэффициент температуры определяется в соответствии с приложением Ж исходя из местных температурных условий, типа конструкции дорожной одежды и толщины конструктивного слоя. При выполнении расчёта и проверки на накопление остаточных деформаций асфальтобетонного слоя эквивалентная температура выбирается в соответствии с приложением Ж на основе местных температурных условий.

6.4 Схема расчёта и проверки конструкции дорожной одежды

6.4.1 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды должны проводиться в соответствии с процедурой, показанной на рисунке 6.4.1, и включать следующие основные элементы.

- 1 Изучение и анализ параметров движения согласно приложению А к настоящим правилам, определение категории транспортной нагрузки в соответствии с пунктом. 3.0.4 настоящих правил.
- 2 Определение типа увлажнения, а также фактической влажности земляного полотна в зависимости от типа увлажнения земляного полотна и уровня грунтовых вод, в соответствии с требованиями пункта 5.2.2 настоящих правил в соответствии с положениями действующих «Стандарта На Проектирование

Земляного Полотна Автомобильных Дорог» (JTG D30) определить модуль упругости на поверхности земляного полотна и необходимые меры по улучшению грунтового основания.

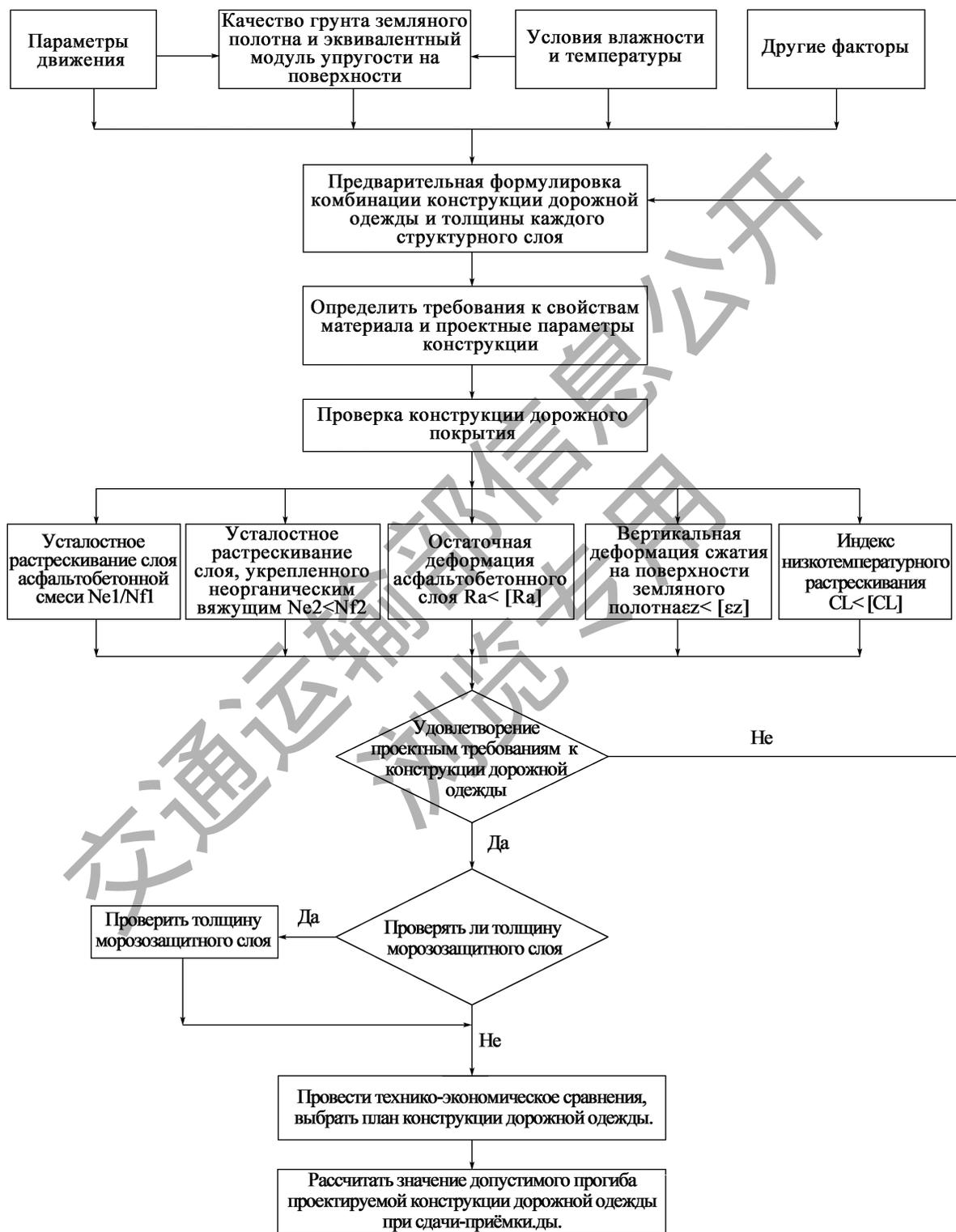


Рис.6. 2. 2 Схема проверки конструкции дорожной одежды

- 3 В соответствии с проектными требованиями собрать общие комбинации конструкций дорожной одежды и требования к свойствам материалов в этом районе, проанализировать другие факторы, влияющие на конструкцию дорожной одежды, первоначально составить схему сочетания и толщины слоёв дорожной одежды и выбрать расчётные показатели.
- 4 В соответствии с положениями Главы 5 и пункта 6.3.2 настоящих правил, определить расчётные параметры, такие как модуль каждого структурного слоя, и проверить значение CBR зернистых материалов в соответствии с положениями Главы 5 настоящих правил, а также предел прочности на сжатие материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, требования к низкотемпературным свойствам битума, низкотемпературная деформация при разрушении, динамическая устойчивость, прочность вдавливания штампа и водоустойчивость асфальтобетона.
- 5 В соответствии с положениями Приложения Ж к настоящим правилам собрать данные о температуре в районе, где расположен объект, и определить поправочный коэффициент температуры или эквивалентную температуру, соответствующую каждому расчётному показателю.
- 6 Механическая реакция каждого коэффициента конструкции рассчитывается с использованием теории многослойных упругих систем.
- 7 Проверка конструкции дорожной одежды должна проводиться в соответствии с положениями Приложения В к настоящим правилам, а результат проверки должен соответствовать положениям пункта 3.0.6 настоящих правил. Если он не соответствует требованиям, необходимо скорректировать конструкцию дорожной одежды и проверять её до тех пор, пока она не будет соответствовать требованиям.
- 8 Провести технико-экономический анализ конструкции дорожной одежды, прошедшей структурную проверку, и выбранной конструкции дорожной одежды.
- 9 Рассчитать допустимое значение прогиба проектируемой конструкции дорожной одежды в соответствии с Приложением В.7 настоящих правил.

6.4.2 Определение допустимого значения прогиба поверхности земляного полотна, проектируемой конструкции дорожной одежды и допустимого значения прогиба дорожного покрытия должно соответствовать положениям Приложения В.7 к настоящим правилам.

7 Проектирование реконструкции

7.1 Общие положения

7.1.1 Данная глава применима к разработке конструкции армирования асфальтобетонного покрытия

7.1.2 Проект реконструкции предусматривает полное изучение и оценку существующего состояния дорожной одежды на участках, где необходимо проанализировать причины повреждений и предложить целенаправленные мероприятия по реконструкции. После технико-экономического анализа, в сочетании с инженерным опытом, следует определить проект реконструкции, отвечающий ожидаемым уровням транспортной нагрузки и требованиям эксплуатационных характеристик.

7.1.3 При разработке проекта реконструкции необходимо полностью утилизировать характеристику конструкции существующей дорожной одежды, сократить количество отходов, а также обеспечить активное и стабильное повторное использование существующих материалов дорожной одежды.

7.1.4 Необходимо учитывать проектирование по организации дорожного движения при строительстве и временного объекта безопасности.

7.1.5 В проекте реконструкции должна быть принята концепция динамического проектирования, а на этапе реализации проекта необходимо исследовать и анализировать дорожные условия на участках, участок за участком, а план реконструкции должен динамически корректироваться.

7.2 Обследование и анализ существующей дорожной одежды

7.2.1 Обследование и анализ существующей дорожной одежды должны включать следующие основные этапы:

- 1 Сбор технической информации о проектировании, строительстве, историческом обслуживании и ремонте существующей дорожной одежды и их дренажных сооружений;
- 2 Обследовать и проанализировать параметры транспортных нагрузок, такие как интенсивность движения, состав нагрузки на ось и интенсивность прироста.
- 3 Обследовать состояние и повреждения дорожного покрытия, включая тип, тяжесть, степень и количество деформаций и разрушений дорожной одежды.
- 4 Измерить и оценить несущую способность конструкции дорожной одежды, используя динамический дефлектометр с падающим грузом или другим типом дефлектометров.
- 5 Используя кернение, отбор проб методом лунок, дорожный радар, и другие методы, обследовать и проанализировать существующую толщину слоёв дорожной одежды, межслойное сцепление и степень повреждения, а также отобрать образцы для испытаний в лаборатории, чтобы измерить модуль и прочность образцов, а также проанализировать состав и деградацию материалов дорожного покрытия.
- 6 Для участков с повреждением дорожной одежды из-за проблем с земляным полотном, необходимо взять пробы для исследования типа грунта земляного полотна, влажности, значения CBR и т. д., для анализа устойчивости и несущей способности земляного полотна.
- 7 Изучить климатические условия, уровень грунтовых вод и дренажные условия земляного полотна и дорожной одежды вдоль трассы.
- 8 Обследовать требования к зазорам путепроводов и туннелей вдоль линии и другие факторы, влияющие на проектирование реконструкции дорожной одежды.

7.2.2 Оценка состояния повреждения существующей дорожной одежды должна соответствовать положениям действующего «Стандарта Оценки Технического Состояния Автомобильных Дорог» (JTG H20) и «Технических Условий Содержания Автомобильных Дорог» (JTG H10). В сочетании с характеристиками повреждения дорожной одежды для дополнительной оценки можно использовать расстояние между поперечными трещинами на дорожном покрытии, соотношение продольных трещин, соотношение площадей сетки трещин, виды ремонтов и другие показатели.

7.2.3 Причины деформаций и разрушений следует всесторонне проанализировать по результатам обследования существующей дорожной одежды и определить уровень, степень повреждения, тенденцию развития и наличие существующих дорожных одежд.

7.3 План реконструкции

7.3.1 Соответствующие планы должны быть приняты для существующих дорожных одежд в соответствии с их состоянием и степенью повреждения различных участков.

7.3.2 Обработка существующей дорожной одежды может быть выполнена частично, полностью или комбинировано согласно следующим требованиям:

- 1 Участки дорог с незначительными повреждениями существующей дорожной одежды и приемлемыми характеристиками могут быть отремонтированы на основании действующего стандарта «Технические Условия Обслуживания Асфальтобетонных Покрытий Автомобильных Дорог» (JTJ 073.2).
- 2 Существующие участки дорог со значительными повреждениями или неприемлемыми характеристиками, подлежат ремонту целиком. Глубина и граница обработки определяются в зависимости от степени повреждения дорожного покрытия, уровня и процесса обработки.

7.3.3 План реконструкции должен в полной мере использовать существующую конструкцию дорожной одежды и материалы. В зависимости от конкретной ситуации один или несколько слоёв во время реконструкции должны быть добавлены непосредственно после восстановления локальных повреждений, фрезерование существующей дорожной одежды до определенного структурного слоя или регенерация существующей дорожной одежды на месте с последующей укладкой одного или нескольких слоёв схем реконструкции.

7.3.4 При наличии большого количества трещин в существующей дорожной одежде следует принять меры для замедления последующего образования отраженных трещин.

7.3.5 При повреждении существующей дорожной влагой из-за плохого внутреннего дренажа, необходимо улучшить или заменить гидроизоляционную и дренажную систему дорожной одежды. Способы межслойного соединения, такие как связующий слой или подгрунтовка, должны быть предусмотрены между дополнительным слоем и существующей одеждой.

7.3.6 Технические требования к слоям усиления должны соответствовать положениям главы 5 настоящих правил. Технические требования к переработанным материалам должны соответствовать положениям действующих «Технических Условий По Переработке Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог» (JTG F41).

7.4 Расчёт и проверка реконструированной конструкции дорожной одежды

7.4.1 Параметры транспортной нагрузки, прогнозируемые в течение расчётного срока службы, должны быть исследованы и проанализированы в соответствии с Приложением А настоящих правил, а категория транспортной нагрузки должна быть определена в соответствии с пунктом 3.0.4 настоящих правил.

7.4.2 Эксплуатационные характеристики слоя усиления и поверхностной обработки дорожного покрытия в пределах расчётного срока службы должны соответствовать положениям пунктов 3.0.6 и 3.0.7 настоящих правил.

7.4.3 Существующая дорожная одежда не имеет серьёзных повреждений и имеет хорошие структурные характеристики. При устройстве слоя усиления или с фрезерованием существующих слоёв до определенного слоя конструкции, проверка должна проводиться как для существующего структурного слоя дорожной одежды, так и слоя усиления одновременно. Расчётные параметры слоя усиления определяются в соответствии с новой конструкцией дорожной одежды. Расчётные параметры слоя существующей конструкции дорожной одежды определяются в соответствии со следующими требованиями:

- 1 Существующая дорожная одежда упрощается до трёхслойной системы, состоящей из асфальтобетонных слоёв, слоёв материалов, укрепленных битумными вяжущими или зернистых слоёв и земляного полотна. Модуль каждого структурного слоя должен определяться обратным расчётом данных чаши прогиба

или путём измерения на отобранных кернах.

- 2 Прочность на растяжение при изгибе существующего слоя дорожной одежды из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, следует рассчитывать по формуле (7.4.3) в соответствии с пределом прочности на сжатие, измеренной на отобранных образцах-кернех. Если нет такой возможности, её можно определить в соответствии с общей прочностью существующей дорожной одежды, наличием повреждений слоя основания и слоя покрытия и совместить с имеющимся опытом.

$$R_s = 0.21R_c \quad (7.4.3)$$

Где: R_s —прочность на растяжение при изгибе материалов, укрепленных неорганическими вяжущими (МПа).

R_c —предел прочности на сжатие материалов, укрепленных неорганическими вяжущими (МПа).

7.4.4 Существующая дорожная одежда с существенными повреждениями или недостаточными характеристиками, независимо от принятого решения наращивания слоёв или фрезерования до определенного конструктивного слоя и последующего устройства, необходимо выполнить проверку слоя усиления. Расчётные параметры слоя усиления определяются в соответствии с новой конструкцией дорожной одежды. Для существующей дорожной одежды или слоя конструкции дорожной одежды, оставшегося после фрезерования, проверку конструкции не проводят, эквивалентный модуль упругости на поверхности рассчитывают по формуле (7.4.4).

$$E_d = \frac{176pr}{l_0} \quad (7.4.4)$$

где: E_d —эквивалентный модуль упругости на поверхности существующих конструкций дорожной одежды (МПа);

p —усилие на опорной плите дефлектометра с падающим грузом для приложения нагрузки (МПа);

r —радиус загрузочной плиты дефлектометра падающего груза (мм);

l_0 —значение прогиба центральной точки опорной плиты дефлектометра с падающим грузом (0,01 мм).

7.4.5 Конструктивные параметры повторно используемых материалов могут быть определены в соответствии с фактическими измерениями или инженерным опытом.

7.4.6 Проверка конструкции дорожной одежды на этапе реконструкции должна выполняться в соответствии с алгоритмом, показанным на рисунке 7.4.6, включая следующее основное содержание:

- 1 Обследовать и проанализировать параметры движения в соответствии с Приложением А настоящих правил и определить уровень нагрузки от транспортных средств в соответствии с пунктом 3.0.4 настоящих правил.
- 2 Техническое состояние существующей дорожной одежды обследуется и анализируется в соответствии с разделом 7. 2 настоящих правил.
- 3 По результатам обследования дорожных условий разделить на участки существующая дорожная одежда. Согласно положениям пункта 7.3 настоящих правил в сочетании с местным инженерным опытом составляется план реконструкции.
- 4 В соответствии с положениями пунктом 7.4.3-7.4.5 настоящих правил определить подлежащие проверке конструктивные слои и расчётные показатели, расчётные параметры, такие как модуль материалов существующих дорожных одежд и слоя усиления. В соответствии с положениям главы 5 настоящих правил проверить значение CBR материалов слоя усиления, предел прочности на сжатие материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, требования к характеристикам битума при низких температурах, низкотемпературные деформации разрушения для асфальтобетонов, динамическую устойчивость, прочность вдавливания штампа и водостойкость.
- 5 Собрать данные о климатических характеристиках района, где расположен объект, и определить соответствующий поправочный температурный коэффициент или эквивалентную температуру для каждого расчётного коэффициента в соответствии с Приложением Ж к настоящим правилам.
- 6 Механическая реакция каждого показателя конструкции рассчитывается с использованием теории многослойной упругой системы.
- 7 Проверка дорожной одежды выполняется в соответствии с Приложением В, а результаты должны соответствовать пункту 3.0.6 настоящих правил. Если требования не выполняются, необходимо скорректировать план реконструкции дорожной одежды и перепроверить, это необходимо повторять до тех пор, пока результаты не будут удовлетворительными.
- 8 Провести технико-экономический анализ конструкции дорожной одежды, прошедшей структурную проверку, и выбрать план реконструкции дорожной одежды.

- 9 Рассчитать значение прогиба дорожного покрытия для реконструируемой конструкции дорожной одежды в соответствии с Приложением В. 7 настоящих правил.

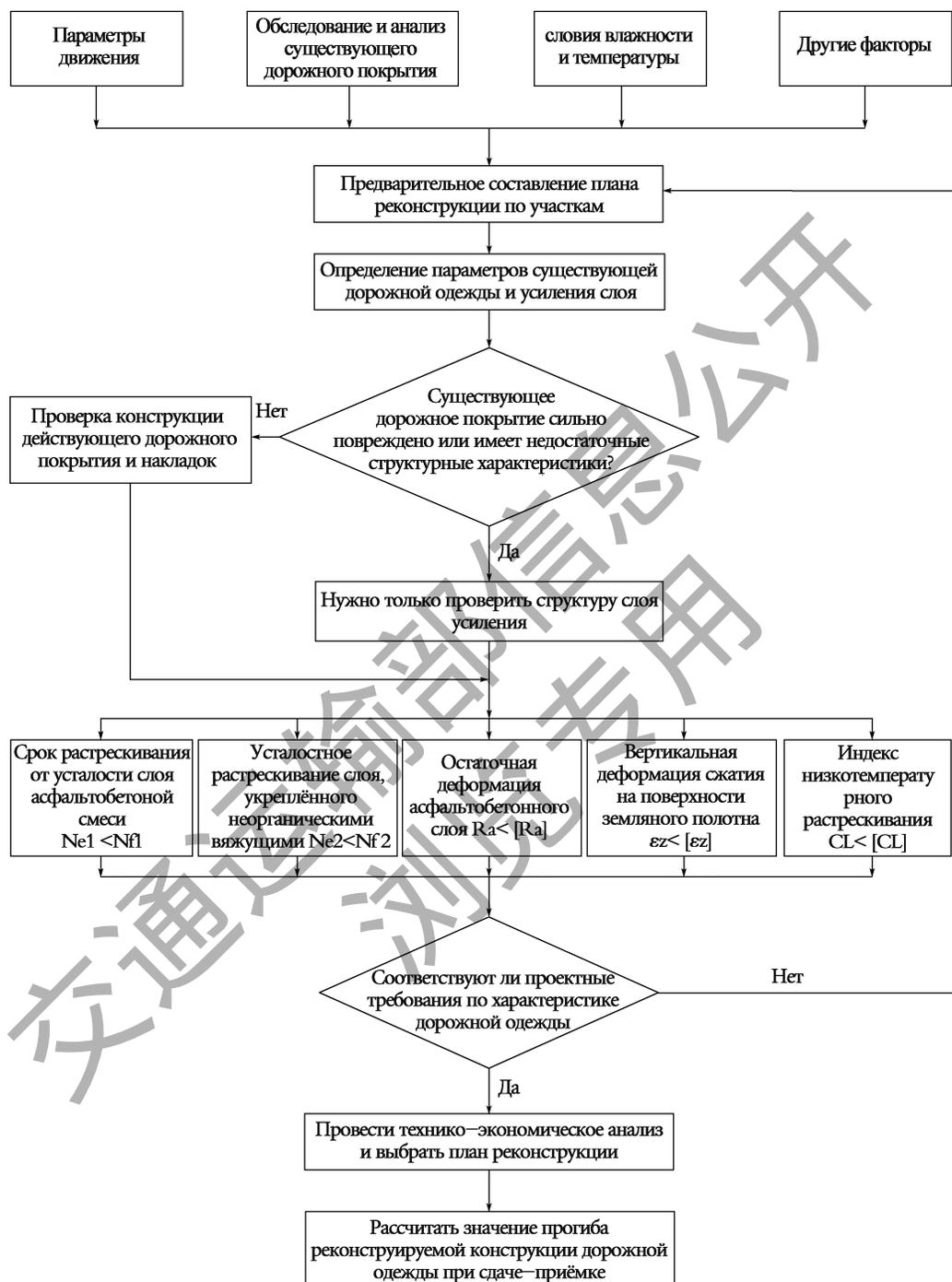


Рисунок 7. 4. 6 Схема проверочного расчёта реконструируемой дорожной одежды

8 Проектирование покрытия проезжей части моста

8.1 Общие положения

8.1.1 Конструкция покрытия проезжей части может включать обработку настила моста, гидроизоляцию и дренаж, слой конструкции покрытия, бордюрный камень и конструкцию уплотнения контактных частей деформационных швов и т. д. При проектировании необходимо комплексно учитывать тип моста, категорию автомобильной дороги, класс транспортной нагрузки, климатические условия и другие влияющие факторы.

8.1.2 Структура покрытия настила моста должна быть согласована с основной конструкцией дорожного покрытия автомобильных дорог, а асфальтобетонное покрытие стального настила моста, цементобетонного настила большого моста и особенно большого моста должно быть специально разработано.

8.1.3 Система гидроизоляции настила моста должна быть достаточно долговечной.

8.2 Покрытие проезжей части моста из цементобетона

8.2.1 Цементнобетонный настил моста должен иметь фрезерование или должен быть подвергнут пескоструйной очистке, а глубина текстуры настила моста после обработки должна составлять 0,4~0,8 мм.

8.2.2 Установить настил моста из выравнивающего слоя цементобетона, толщина выравнивающего слоя должна быть не менее 80 мм. Арматурная сетка должна быть установлена по мере необходимости. Марка прочности бетона выравнивающего слоя должна соответствовать телу балки и тесно сочетаться с настилом моста.

8.2.3 Материал водонепроницаемого слоя настила цементобетонного моста должен иметь достаточную прочность сцепления, водонепроницаемость, способность противостоять повреждениям конструкции и долговечность, для этого можно использовать горячий битум, покрытие плёнкой и т.д.

8.2.4 Водонепроницаемый слой из горячего битума должен быть приготовлен на прорезиненном битуме или на битуме модифицированном SBS, толщина битумных плёнок должна быть 1,5~2,0 мм и они должны покрывать гравий с одним размером частиц с коэффициентом покрытия 60%~70%.

8.2.5 Толщина слоя дорожной одежды из асфальтобетонных смесей на цементобетонных покрытиях мостов автомагистралей и автомобильных дорог I категорий должна быть не менее 70 мм, следует принимать структуру из двух и более слоёв. Толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия должна быть не менее 30 мм. Толщина слоя дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на цементобетонных покрытиях мостов II категории и ниже автомобильных дорог должна быть не менее 50 мм.

8.2.6 На особенно больших мостах следует уложить слой из песчаной асфальтобетонной смеси. Песчаная асфальтобетонная смесь должна обладать достаточной термостойкостью, водоустойчивостью и стойкостью к строительным повреждениям, для чего обычно применяются пески из модифицированной битумной мастики, литой асфальтобетон и т.д..

8.2.7 Слой дорожного покрытия из асфальтобетонной смеси настила моста должен иметь небольшую пористость, хорошую устойчивость при высокой температуре и сцепные свойства. Следует использовать асфальтобетон с непрерывистой гранулометрией или щебёночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).

8.2.8 Места соприкосновения бортового камня, ограждения и деформационного шва с асфальтобетонным покрытием должны быть герметизированы и гидроизолированы горячим битумом, шовной лентой или уплотнительным материалом.

8.2.9 Краевая полоса покрытия настила моста может быть установлена с продольной глухой канавой в нижнем слое покрытия из асфальтобетонной смеси, а ширина должна быть 100~200 мм. Следует использовать высокопористый асфальтобетон или однофракционный щебень. Глухая канава должна быть соединена со сливным отверстием моста.

8.3 Покрытие проезжей части стального моста

8.3.1 Стальной настил моста должен быть пескоструйно обработан, уровень удаления ржавчины не должен быть ниже Sa2, 5, а антикоррозийный слой или клейкий слой должны быть своевременно окрашены.

8.3.2 Выбор гидроизоляционного материала для стального настила моста должен соответствовать типу материала дорожного покрытия.

8.3.3 Настил стального моста следует устраивать литым асфальтобетоном, эпоксидным асфальтобетоном, асфальтобетоном с непрерывистой гранулометрией, щебёночно-мастичным асфальтобетоном (ЩМА) или комбинацией различных смесей.

交通运输部信息公告
浏览专用

Приложение А

Анализ параметров транспортных нагрузок

А. 1 Классификация транспортных средств

А. 1.1 Типы транспортных средств по конструкции осей должны быть разделены на 7 категорий по категориям колесной и осевой пары.

Таблица А. 1. 1 Классификация типов осей

Тип оси	Описание конструкции оси	Тип оси	Описание конструкции оси
1	Одноосный (одна шина с каждой стороны)	5	Двойное сцепление (сдвоенные шины с каждой стороны)
2	Одноосный (сдвоенные шины с каждой стороны)	6	Тройное сцепление (по одной шине с каждой стороны)
3	Двойное сцепление (по одной шине с каждой стороны)	7	Тройное сцепление (по одной шине с каждой стороны)
4	Двойное сцепление (одна шина, сдвоенные шины с каждой стороны)		

А. 1. 2 Типы транспортных средств должны быть разделены на 11 категорий в соответствии с комбинацией типов осей, перечисленных в таблице А. 1. 2.

Таблица А. 1. 2 Классификация типов моделей транспортных средств

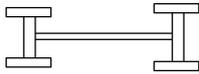
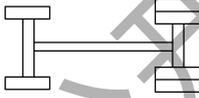
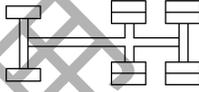
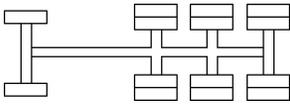
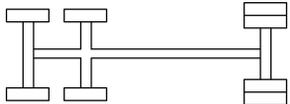
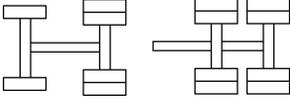
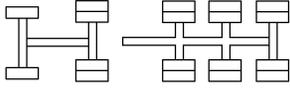
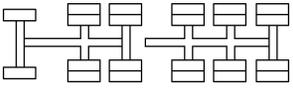
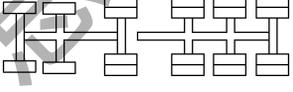
Номер категории транспортных средств	Описание	Основные типы транспортных средств и иллюстрации		Другие типы транспортных средств
Категория 1	2-осный 4-колёсный автомобиль	Автомобиль тип 11		
Категория 2	2-осные 6-колёсные и выше автобусы	Автобус тип 12		Автобус тип 15
Категория 3	2-осный 6-колёсный монолитный грузовик	Грузовик тип 12		
Категория 4	3-осный моноблочный грузовик (несдвоенные передние оси)	Тип 15		
Категория 5	4-осный и более моноблочные грузовики (несдвоенные передние оси)	Тип 17		
Категория 6	Моноблочный грузовик с двойной передней осью	Тип 112 Тип 115		Тип 117
Категория 7	4-осный и ниже полуприцеп грузовик (несдвоенные передние оси)	Тип 125		Тип 122
Категория 8	5-осный полуприцеп грузовик (несдвоенные передние оси)	Тип 127 Тип 155		

Таблица А.1.2

Номер категории транспортных средств	Описание	Основные типы транспортных средств и иллюстрации		Другие типы транспортных средств
Категория 9	6-осный полуприцеп и выше грузовик (несдвоенные передние оси)	Тип 157		
Категория 10	Полуприцеп грузовик с двойной передней осью	Тип 1127		Тип 1122 Тип 1125 Тип 1155 Тип 1157
Категория 11	Прицеп грузовик	Тип 1522 Тип 1222		

А. 2 Исследование данных транспортного потока

А. 2. 1 Обследования данных транспортного потока должны включать объём транспорта и его темпы роста, коэффициент направления, коэффициент полосы движения, состав типа автомобиля, состав осевой пары и нагрузки на ось.

А. 2. 2 Начальная интенсивность движения и другие параметры автомобильных дорог могут ссылаться на соответствующие данные прогноза интенсивности движения, такие как отчёт о технико - экономическом обосновании, в сочетании с наблюдениями и статистическими данными местной станции наблюдения за дорожным движением или путём настройки сайта на месте для наблюдения и статистики.

А. 2. 3 Среднегодовые темпы роста объёма движения можно определить путём обследования и анализа в зависимости от категории и функции дороги, а также регионального экономического развития и увеличения интенсивности движения.

А. 2. 4 Коэффициент направления должен определяться в соответствии с измеренными данными об объёме движения в разных направлениях и может быть выбран в диапазоне 0,5-0,6 при отсутствии измеренных данных.

А. 2. 5 Коэффициент полосы движения можно определить на следующих трёх уровнях. В проекте реконструкции должен использоваться уровень 1, а в проекте устройства нового дорожного покрытия может использоваться уровень 2 или уровень 3.

- 1 Уровень А, рассчитывается количество транспортных средств на разных полосах в проектном направлении в соответствии с данными наблюдения за интенсивностью движения на месте и определяется коэффициент полосы движения.
- 2 Уровень Б, используются значения местного опыта.
- 3 Уровень В, используются рекомендуемые значения в таблице А. 2. 5.

Таблица А. 2. 5 Коэффициент полосы движения

Количество полос с односторонним движением	1	2	3	≥4
Автомагистраль	—	0,70~0,85	0,45~0,60	0,40~0,50
Другие категории автомобильных дорог	1,00	0,50~0,75	0,50~0,75	—

Примечание: Когда на движение серьёзно влияют немоторизованные транспортные средства и пешеходы, принимают низкое значение, в противном случае принимают высшее значение.

А. 2. 6 Коэффициент распределения типов транспортных средств может быть определён в соответствии со следующими тремя уровнями: в проекте реконструкции должен использоваться уровень 1, а в проекте новой дороги может использоваться уровень 2 или 3.

- 1 Уровень А, в соответствии с данными наблюдения за дорожным движением необходимо проанализировать процентное соотношение класса 2-11 транспортных средств и получить коэффициент распределения типов транспортных средств
- 2 Уровень Б, определяется классификация ТТС автомобильных дорог в соответствии с историческими данными о дорожном движении или эмпирическими данными в соответствии с таблицей А. 2. 6 - 1 и используется значение местного опыта для коэффициента распределения типа транспортных средств классификации ТТС.
- 3 Уровень В, определяется классификация ТТС автомобильных дорог в соответствии с таблицей А. 2. 6 - 1 на основе исторических данных о дорожном движении или эмпирических данных и используется коэффициент распределения типов транспортных средств, указанный в таблице А. 2. 6-2.

Таблица А.2.6-1 Классификационный стандарт дорожной ТТС (%)

Классификация ТТС	Пропорции одиночных грузовиков	Пропорции грузовиков с полуприцепами
ТТС1	<40	>50
ТТС2	<40	<50
ТТС3	40-70	>20
ТТС4	40-70	<20
ТТС5	>70	—

Примечание: Одиночные грузовики в таблице - это автомобили классов с 3 по 6 в таблице А. 1. 2, а грузовики с полуприцепом - это автомобили классов с 7 по 10 в таблице А. 1. 2.

Таблица А.2.6-2 Коэффициент распределения различных классов транспортных средств классификации ТТС (%)

Категория автомобилей	Категория 2	Категория 3	Категория 4	Категория 5	Категория 6	Категория 7	Категория 8	Категория 9	Категория 10	Категория 11
ТТС 1	6,4	15,3	1,4	0,0	11,9	3,1	16,3	20,4	25,2	0,0
ТТС 2	22,0	23,3	2,7	0,0	8,3	7,5	17,1	8,5	10,6	0,0
ТТС 3	17,8	33,1	3,4	0,0	12,5	4,4	9,1	10,6	8,5	0,7
ТТС 4	28,9	43,9	5,5	0,0	9,4	2,0	4,6	3,4	2,3	0,1
ТТС 5	9,9	42,3	14,8	0,0	22,7	2,0	2,3	3,2	2,5	0,2

А. 3 Пересчёт проектной нагрузки на ось согласно эквивалентам транспортных средств

А. 3.1 Эквивалентный проектный коэффициент пересчёта нагрузки на ось различных типов транспортных средств может быть определён в соответствии со следующими тремя уровнями: Проект реконструкции автомагистралей и автомобильных дорог I категории должен быть принят на уровне 1, в других случаях может быть принят уровень 2 или 3.

- 1 Уровень 1, используется весовое оборудование для непрерывного сбора данных о типе автомобилей, составе типа оси и нагрузке на ось на расчётной полосе, а также необходимо проанализировать эквивалентные коэффициенты пересчёта различных типов транспортных средств, в соответствии со следующими шагами:

- 1) Подсчитать количество одноосных одиночных шин, одноосных двойных шин, двойных сцеплений и тройных сцеплений транспортных средств по категориям 2 – 11 отдельно, разделив их на общее количество транспортных средств, и рассчитать все типы транспортных средств в соответствии с формулой (А.3.1-1) среднее количество осей в разных типах осей.

$$NAPT_{mi} = \frac{NA_{mi}}{NT_m} \quad (\text{А. 3. 1-1})$$

где: $NAPT_{mi}$ — среднее количество осей i типов осей в автомобилях m ;

NA_{mi} — общее количество i типов осей в автомобилях категории m ;

NT_m — общее количество транспортных средств категории m ;

i — это одноосные одинарные шины, одноосные двойные шины, двойные сцепления и тройные сцепления соответственно;

m — транспортных средств класса 2 – 11, перечисленные в таблице А. 1. 2.

- 2) По формуле (А. 3. 1 - 2) рассчитать процентные доли различных типов осей в различных диапазонах нагрузки на ось от 2 до 11 классов транспортных средств и получить коэффициенты распределения нагрузки на ось для разных типов осей, т. е. спектр нагрузки на ось. При определении спектра нагрузки на ось одноосная одинарная шина, одноосная двойная шина, двойное сцепление и тройное сцепление должны быть разделены на интервалы нагрузки на ось 2,5 кН, 4,5 кН, 9,0 кН и 13,5 кН соответственно.

$$ALDF_{mij} = \frac{ND_{mij}}{NA_{mi}} \quad (\text{А. 3. 1-2})$$

где: $ALDF_{mij}$ — коэффициент распределения нагрузки на ось i -го типа в интервале нагрузки на ось j -го класса автомобиля m ;

ND_{mij} — количество i типов осей в диапазоне нагрузок на ось j класса в автомобилях m класса;

NA_{mi} — количество i типов осей в автомобилях класса m .

- 3) значение других символов такое же, как в формуле (А. 3. 1-1)

- 3) Рассчитать коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось различных типов транспортных средств категорий 2 - 11 в различных диапазонах нагрузки на ось по формуле (А. 3. 1 - 3). При расчёте среднее значение каждого интервала нагрузки на ось принимается за репрезентативную нагрузку. Рассчитать эквивалентный проектный коэффициент пересчёта нагрузки на ось различных транспортных средств по формуле (А. 3. 1-4).

$$EALF_{mij} = c_1 c_2 \left(\frac{P_{mij}}{P_s} \right)^b \quad (\text{А. 3. 1-3})$$

где: P_s —расчетная нагрузка на ось (кН);

P_{mij} —одноосная нагрузка на ось (кН) типа оси i в диапазоне нагрузки на ось уровня j в автомобиле категории m для двойного сцепления и тройного сцепления представляет собой массу нагрузки на ось, равномерно распределенную по каждой отдельной оси;

b —индекс пересчёта. При анализе усталости асфальтобетонного слоя и остаточной деформации асфальтобетонного слоя $b=4$, при анализе остаточной деформации земляного полотна, $b=5$, при анализе усталости слоя материала, укрепленного неорганическим вяжущим, $b=13$;

c_1 —коэффициент осевой пары. При расстоянии между передней и задней осями более 3 м его рассчитывают по одной оси, при расстоянии между осями менее 3 м значение принимают по таблице А. 3. 1-1;

c_2 —коэффициент колесной пары, составляет 1,0 для двойной колесной пары и 4,5 для одинарной колесной пары.

Таблица А. 3. 1-1 значения коэффициентов осевой пары

Проектные показатели	Тип колеса-оси	Значение c_1
Деформация растяжения в нижней части асфальтобетонного слоя, остаточная деформация асфальтобетонного слоя	Двойное сцепление	2,1
	Тройное сцепление	3,2
Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна	Двойное сцепление	4,2
	Тройное сцепление	8,7
Напряжение растяжения в нижней части слоя материала, укрепленного неорганическим вяжущим	Двойное сцепление	2,6
	Тройное сцепление	3,8

$$EALF_m = \sum_i \left(NAPT_{mi} \sum_j (EALF_{mij} \times ALDF_{mij}) \right) \quad (\text{А. 3. 1-4})$$

где: $EALF_m$ —коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось для транспортных средств класса m ;

$NAPT_{mi}$ —среднее количество осей i типов осей в автомобилях категории m ;

$ALDF_{mij}$ —коэффициент распределения нагрузки на ось i -го типа в интервале нагрузки на ось j -го класса автомобиля категории m ;

$EALF_{mij}$ —коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось i -го типа в интервале j -й нагрузки на ось автомобиля m -класса рассчитывается и определяется по формуле (А. 3. 1-3).

- 2 Для уровня 2 и уровня 3 коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось различных классов транспортных средств определяется по формуле (А. 3. 1-5). В формуле (А. 3. 1 - 5) соотношение и эквивалентный проектный коэффициент пересчёта нагрузки на ось для не полностью загруженного транспортного средства и полностью загруженного транспортного средства. Для уровня 2 принять значение из местного опыта, для уровня 3 взять значение из национального опыта, указанное в Таблице А. 3. 1-2 и Таблице А. 3. 1-3.

$$EALF_m = EALF_{ml} \times PER_{ml} + EALF_{mh} \times PER_{mh} \quad (\text{А. 3. 1-5})$$

где: $EALF_{ml}$ —коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось не полностью загруженных транспортных средств в транспортных средствах категории m ;

$EALF_{mh}$ —эквивалентный проектный коэффициент пересчёта нагрузки на ось полностью загруженного автомобиля категории m ;

PER_{ml} —процент транспортных средств с неполной загрузкой в автомобилях категории m ;

PER_{mh} —процент транспортных средств с полной загрузкой в автомобилях категории m .

Таблица А. 3. 1-2 Соотношение не полностью загруженных транспортных средств к полностью загруженным автомобилям категорий 2-11

Категории транспортных средств	Процент с неполной загрузкой	Процент с полной загрузкой
Категория 2	0,80~0,90	0,10~0,20
Категория 3	0,85~0,95	0,05~0,15
Категория 4	0,60~0,70	0,30~0,40
Категория 5	0,70~0,80	0,20~0,30
Категория 6	0,50~0,60	0,40~0,50
Категория 7	0,65~0,75	0,25~0,35
Категория 8	0,40~0,50	0,50~0,60
Категория 9	0,55~0,65	0,35~0,45
Категория 10	0,50~0,60	0,40~0,50
Категория 11	0,60~0,70	0,30~0,40

Таблица А. 3. 1-3 Коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось транспортных средств категории 2~11

Тип транспортных средств	Деформация растяжения в нижней части асфальтобетонного слоя, остаточная деформация асфальтобетонного слоя		Напряжение растяжения в нижней части слоя материала, укрепленного неорганическим вяжущим		Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна	
	Автомобили с неполной загрузкой	Автомобили с полной загрузкой	Автомобили с неполной загрузкой	Автомобили с полной загрузкой	Автомобили с неполной загрузкой	Автомобили с полной загрузкой
Категория 2	0,8	2,8	0,5	35,5	0,6	2,9
Категория 3	0,4	4,1	1,3	314,2	0,4	5,6
Категория 4	0,7	4,2	0,3	137,6	0,9	8,8
Категория 5	0,6	6,3	0,6	72,9	0,7	12,4
Категория 6	1,3	7,9	10,2	1505,7	1,6	17,1
Категория 7	1,4	6,0	7,8	553,0	1,9	11,7
Категория 8	1,4	6,7	16,4	713,5	1,8	12,5
Категория 9	1,5	5,1	0,7	204,3	2,8	12,5
Категория 10	2,4	7,0	37,8	426,8	3,7	13,3
Категория 11	1,5	12,1	2,5	985,4	1,6	20,8

А. 4 Совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось

А. 4. 1 В соответствии с расчётным коэффициентом пересчёта нагрузки на ось эквивалентного транспортного средства, определенным в разделе А. 3 настоящих правил, среднесуточный эквивалентный номер оси N_1 расчётной полосы движения для начального года определяется по формуле (А. 4. 1).

$$N_1 = AADTT \times DDF \times LDF \times \sum_{m=2}^{11} (VCDF_m \times EALF_m) \quad (\text{А. 4-1})$$

где: $AADTT$ —среднегодовая двухсторонняя суточная интенсивность движения транспортных средств с 2 осями и 6 колесами, более (авто/д);

DDF —коэффициент направления;

LDF —коэффициент полосы движения;

m —номер типа транспортных средств;

$VCDF_m$ —коэффициент распределения типа транспортных средств m ;

$EALF_m$ —коэффициент пересчёта эквивалентной проектной нагрузки на ось для автомобиля m .

А. 4.2 Используя среднесуточный эквивалентный номер оси в начальном году N_1 , расчётные сроки службы, совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось N_e расчётных полос движения должны быть рассчитаны с использованием формулы (А. 4. 2).

$$N_e = \frac{[(1 + \gamma)^t - 1] \times 365}{\gamma} N_1 \quad (\text{А. 4. 2})$$

где: N_e —совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось расчётных полос движения в расчётном сроке службы;

t —расчётный срок службы (лет);

γ —среднегодовой темп роста движения в течение расчётного срока службы;

N_1 —среднесуточный эквивалентный номер оси расчётной полосы движения в начальный год (раз/день).

交通运输部信息公示
浏览专用

Приложение Б

Метод расчёта и проверки конструкции дорожной одежды

Б. 1 Проверка на повреждения усталостными трещинами в асфальтобетонном слое

Б. 1.1 Срок службы до образования усталостной трещины асфальтобетонного слоя рассчитывается на основе горизонтальных растягивающих напряжений в нижней части асфальтобетонного слоя, которые получаются из структурного анализа дорожной одежды с использованием формулы (Б. 1.1-1).

$$N_{\text{п}} = 6.32 \times 10^{(15.96 - 0.29\beta)} k_a k_b k_{\text{Т1}}^{-1} \left(\frac{1}{\varepsilon_a} \right)^{3.97} \left(\frac{1}{E_a} \right)^{1.58} (VFA)^{2.72} \quad (\text{Б. 1.1-1})$$

где: $N_{\text{п}}$ —срок службы до образования усталостной трещины (количество оси) в асфальтобетонном слое;

β —целевые показатели надёжности. По категории автомобильных дорог принять значение по таблице 3.0.1;

k_a —поправочный коэффициент зоны сезонно-мёрзлого грунта определяется методом интерполяции в соответствии с таблицей В. 1. 1;

k_b —коэффициент режима усталостного нагружения, рассчитываемый по формуле (В. 1. 1-2).

$$k_b = \left(\frac{1 + 0.3E_a^{0.43} (VFA)^{-0.85} e^{(0.024h_a - 5.41)}}{1 + e^{(0.024h_a - 5.41)}} \right)^{3.33} \quad (\text{В. 1. 1-2})$$

где E_a —динамический модуль сжатия (МПа) асфальтобетона при 20°C;

VFA —насыщенность битума (%) в асфальтобетонной смеси, определяется по результатам расчёта смеси или соответствующим положениям действующих «Технические Правила Для Строительства Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог»

(JTG F40);

h_a —толщина асфальтобетонного слоя (мм);

k_{T1} —поправочный коэффициент температуры, определяемый согласно приложению Ж настоящих правил;

ε_a —горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части асфальтобетонного слоя (10^{-6}). В соответствии с теорией эластичных слоистых систем необходимо выбрать точку расчёта в соответствии с положениями пункта 6.2.2 настоящих правил и выполнить расчёт по формуле (Б. 1. 1-3):

$$\varepsilon_a = p \bar{\varepsilon}_a \quad (\text{Б. 1. 1-3})$$
$$\bar{\varepsilon}_a = f\left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}, \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{E_0}{E_{n-1}}\right)$$

где: $\bar{\varepsilon}_a$ —коэффициент теоретической деформации растяжения;

p, δ —контактное давление колёса на грунт (МПа) и эквивалентный радиус окружности при стандартной нагрузке на ось (мм);

E_0 —модуль упругости на поверхности земляного полотна (МПа);

h_1, h_2, h_{n-i} —толщина каждого конструктивного слоя (мм);

E_1, E_2, \dots, E_{n-1} —модуль каждого конструктивного слоя (МПа).

Таблица Б. 1. 1 Поправочный коэффициент k_a для зоны сезонно-мёрзлого грунта

Зона замерзания	Зона тяжелого замерзания	Зона среднего замерзания	Зона легкого замерзания	Другие зоны
Индекс замораживания $F(^\circ\text{C} \cdot \text{d})$	≥ 2000	2000~800	800~50	≤ 50
k_a	0,60~0,70	0,70~0,80	0,80~1,00	1,00

Б. 1. 2 Срок службы до образования усталостной трещины в асфальтобетонном слое должен быть больше, чем совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось расчётной полосы движения в течение расчётного срока службы. В противном случае схему конструкции дорожной одежды следует корректировать и перепроверять до тех пор, пока требования не будут выполнены.

Б. 2 Проверка усталостной трещины слоя, укрепленного неорганическими вяжущими

Б. 2.1 Срок службы до образования усталостной трещины в слое, укрепленном неорганическими вяжущими, должен рассчитываться по формуле (Б. 2. 1-1) на основе горизонтальных растягивающих напряжений в нижней части слоя, укрепленного неорганическим вяжущим, полученных путём анализа конструкции дорожной одежды.

$$N_{T2} = k_a k_{T2}^{-1} 10^{\left(a - b \left(\frac{\sigma_1}{R_s}\right) + k_c - 0.57\beta\right)} \quad (\text{Б. 2. 1-1})$$

где: N_{T2} —срок службы до образования усталостной трещины (раз оси) в слое, укрепленном неорганическими вяжущими;

k_a —поправочный коэффициент зоны сезонно - мерзлого грунта определяется по таблице Б. 1. 1;

k_{T2} —поправочный коэффициент температуры, определяемый согласно приложению Ж к настоящим правилам;

R_s —прочность на растяжение при изгибе слоя, укрепленного неорганическим вяжущим; (МПа);

a, b —параметры регрессии усталостных испытаний, определенные в соответствии с таблицей Б. 2. 1-1;

k_c —комплексный поправочный коэффициент на месте определяется по формуле (Б. 2. 1-2):

$$k_c = c_1 e^{c_2(h_a + h_b)} + c_3 \quad (\text{Б. 2. 1-2})$$

где: c_1, c_2, c_3 — параметры в соответствии с таблицей Б. 2. 1-2.

h_a, h_b —соответственно толщина асфальтобетонного слоя и толщина слоя, укрепленного неорганическим вяжущим выше расчетного значения;

β —целевые показатели надежности. По категории автомобильных дорог принять значение по таблице 3. 0. 1.

σ_1 —напряжение растяжения в нижней части слоя, укрепленного неорганическими вяжущими (МПа). В соответствии с теорией эластичных слоистых систем выбрать точку расчета в соответствии с положениями пункта 6. 2. 2 настоящих правил и выполнить расчет по формуле (Б. 1. 1-3).

$$\sigma_1 = p \overline{\sigma_1}$$

$$\overline{\sigma_1} = f\left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}, \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{E_0}{E_{n-1}}\right) \quad (\text{Б. 2. 1-3})$$

где: $\overline{\sigma_1}$ —значение теоретического растягивающего напряжения;

Значение других символов такое же, как в формуле (Б. 1.1-3).

Таблица Б.2.1-1 Параметры модели усталостной трещины слоя, укрепленного неорганическим вяжущим

Тип материалов	a	b
Щебёночно-песчаная смесь(ЩПС),укрепленная неорганическим вяжущим	13,24	12,52
Грунт, укрепленный неорганическими вяжущими	12,18	12,79

Таблица Б. 2. 1-2 Параметры комплексного поправочного коэффициента k_c на месте

Тип материалов	Новый слой конструкции дорожной одежды или существующий слой дорожной одежды проекта реконструкции		Подмощенный слой укладки проекта реконструкции	
	Щебёночно-песчаная смесь (ЩПС), укрепленная неорганическими вяжущими	Грунт, укрепленный неорганическими вяжущими	Щебёночно-песчаная смесь (ЩПС), укрепленная неорганическими вяжущими	Грунт, укрепленный неорганическими вяжущими
c_1	14,0	35,0	18,5	21,0
c_2	-0,0076	-0,0156	-0,01	-0,0125
c_3	-1,47	-0,83	-1,32	-0,82

Б. 2. 2 Срок службы до образования усталостной трещины в слое, укрепленном неорганическими вяжущими должен быть больше, чем совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось расчетной полосы движения в течение расчетного срока службы. В противном случае комбинация слоёв покрытия или толщину слоя следует отрегулировать и подбирать до тех пор, пока не будут выполнены условия.

Б. 3 Проверки остаточной деформации асфальтобетонного слоя

Б. 3. 1 Слой асфальтобетона должен быть наслоен в соответствии со следующими требованиями, а остаточная деформация каждого слоя должна рассчитываться отдельно.

- 1 Слой покрытия, составляет 10 ~ 20 мм.
- 2 Второй асфальтобетонный слой, толщина каждого слоя не должна превышать 25 мм.
- 3 Третий асфальтобетонный слой, толщина каждого слоя не должна превышать 100 мм.
- 4 Четвёртый слой и следующий асфальтобетонный слой должны приниматься за один слой.

Б. 3. 2 По результатам испытания на колееустойчивость при стандартных условиях получают остаточные деформации каждого асфальтобетонного слоя и рассчитывают остаточные деформации каждого слоя и общие остаточные деформации асфальтобетонных слоёв по формуле (Б. 3. 2-1).

$$R_a = \sum_{i=1}^n R_{ai}$$

$$R_{ai} = 2.31 \times 10^{(-8)} k_{Ri} T_{\text{pef}}^{2.93} p_i^{1.80} N_{e3}^{0.48} (h/h_0) R_{0i} \quad (\text{Б. 3. 2-1})$$

где: R_a —остаточная деформация асфальтобетонного слоя (мм);

R_{ai} —остаточная деформация i -го слоя (мм);

n —количество слоёв;

T_{pef} —эквивалентная температура остаточной деформации асфальтобетона определяется в соответствии с Приложением Ж настоящих правил (°C)

N_{e3} —совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось для расчётной полосы движения в течение расчётного срока эксплуатации или до первого раза для обслуживания колеи, рассчитывают в соответствии с приложением А к настоящим правилам;

h_i —толщина слоя (мм);

h_0 —толщина образца для испытаний на колееустойчивость (мм);

R_{0i} —остаточная деформация при испытании на колееустойчивость (мм), при температуре испытания i -го асфальтобетонного слоя составляет 60 °C, давление составляет 0, 7 МПа, а количество нагружений составляет 2520, остаточная деформация при испытании на колееустойчивость (мм);

k_{Ri} —комплексный поправочный коэффициент рассчитывается по формулам (Б. 3. 2-2) – (Б. 3. 2-4).

$$k_{Ri} = (d_1 + d_2 \cdot z_i) \cdot 0.9731^z \quad (\text{Б. 3. 2-2})$$

$$d_1 = -1.35 \times 10^{-4} h_a^2 + 8.18 \times 10^{-2} h_a - 14.50 \quad (\text{Б. 3. 2-3})$$

$$d_2 = 8.78 \times 10^{-7} h_a^2 - 1.50 \times 10^{-3} h_a + 0.90 \quad (\text{Б. 3. 2-4})$$

Где: z_i —глубина колеи i -го асфальтобетонного слоя (мм), первый слой принят за 15 мм, а остальные слои - это глубина слоя покрытия от средней точки слоя;

h_a —толщина асфальтобетонного слоя (мм), когда h_a больше 200 мм, используется 200 мм;

p_i —вертикальное сжимающее напряжение на поверхности i -го асфальтобетонного слоя (МПа). В соответствии с теорией эластичных слоистых систем необходимо выбрать точку расчёта в соответствии с положениями пункта 6. 2. 2 настоящих правил и выполнить расчёт по формуле (Б. 3. 2-5).

$$p_i = \bar{p} p_i$$

$$\bar{p}_i = f \left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}, \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{E_0}{E_{n-1}} \right) \quad (\text{Б. 3. 2-5})$$

где: \bar{p}_i —коэффициент теоретического напряжения сжатия, значение других символов такое же, как в формуле (Б. 1. 1-3).

Б. 3. 3 Остаточная деформация асфальтобетонного слоя, полученная при проверке, должна соответствовать требованиям допустимой остаточной деформации в таблице 3. 0. 6-1. В противном случае состав асфальтобетонной смеси следует корректировать до тех пор, пока

не будут выполнены требования.

В. 3.4 Асфальтобетоны, которые удовлетворяют требованиям допустимой остаточной деформации для асфальтобетонного слоя, должны также отвечать требованиям динамической устойчивости стандартного испытания на колееустойчивость в пункте 5.5.7. Динамическая устойчивость, соответствующая остаточной деформации R_0 , может использоваться в качестве требования качества асфальтобетонной смеси и показатели контроля строительства. Когда стандартная температура испытания на колееустойчивость составляет 60 °С, давление составляет 0,7 МПа, толщина образца составляет 50 мм, а количество приложенных загрузок составляет 2520, динамическая устойчивость DS асфальтобетона, может быть рассчитана в соответствии с остаточной деформацией R_0 согласно формуле (В. 3.4).

$$DS = 9365R_0^{-1.48} \quad (\text{Б. 3.4})$$

где: DS —динамическая устойчивость DS асфальтобетона (раз/мм).

Б. 4 Проверка сжимаемых вертикальных деформаций на поверхности земляного полотна

Б. 4.1 Допустимая вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна рассчитывается и определяется по формуле (Б. 4.1).

$$[\varepsilon_z] = 1,25 \times 10^4 \cdot k_{T3}^{-0.1\beta} (N_{e4})^{-0.21} \quad (\text{Б. 4.1})$$

где: $[\varepsilon_z]$ —допустимая вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна (10–6);

β —целевые показатели надёжности. По категории автомобильных дорог принять значение по таблице 3.0.1;

N_{e4} —совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось на расчётной полосе в пределах расчётного срока службы должно быть рассчитано в соответствии с Приложением А к настоящим правилам;

k_{T3} —поправочный коэффициент температуры, определяется в соответствии с приложением Ж настоящих правил.

Б. 4.2 Расчётные точки должны быть выбраны в соответствии с положениями пункта 6.2.2 настоящих правил в соответствии с теорией упругих слоистых систем по формуле (Б. 4.2) рассчитывают сжимаемые вертикальные деформации на поверхности земляного полотна. Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна должна быть меньше допустимого значения деформации сжатия. В противном случае необходимо корректировать схему конструкции дорожного покрытия и перепроверить до тех пор, пока требования не будут выполнены.

$$\varepsilon = p \overline{\varepsilon_z}$$

$$\overline{\varepsilon_z} = f\left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}, \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{E_0}{E_{n-1}}\right) \quad (\text{Б. 4. 2})$$

где: $\overline{\varepsilon_z}$ — теоретический коэффициент вертикальной деформации сжатия;

Значение других символов такое же, как в формуле (Б. 1. 1-3).

Б. 5 Оценка индекса низкотемпературного растрескивания асфальтобетонного покрытия

Б. 5. 1 Слой покрытия из асфальтобетона в районе сезонно–мёрзлого грунта, индекс его низкотемпературной растрескивания CI проверяется и рассчитывается по формуле (Б. 5. 1).

$$CI = 1.95 \times 10^{-3} S_1 \lg b - 0.075(T + 0.07h_a) \lg S_1 + 0.15 \quad (\text{Б.5.1})$$

где: CI — индекс низкотемпературного растрескивания асфальтобетонного покрытия;

T —низкотемпературная расчётная температура дорожной одежды ($^{\circ}\text{C}$) – это средняя самая низкая температура в течение 10 лет подряд;

S_1 —в условиях низкой расчётной температуры дорожного покрытия плюс температура испытания 10°C , жёсткость ползучести (МПа), когда реологическое испытание балки на изгиб асфальтобетона нагружается в течение 180 секунд;

h_a —толщина слоя из материалов укрепленных битумными вяжущими (мм);

b —параметры типа земляного полотна, песок $b=5$, пылеватая глина $b=3$, глина $b=2$.

Б. 5. 2 Значение индекса низкотемпературного растрескивания слоя асфальтобетонного покрытия должно соответствовать требованиям таблицы 3. 0. 6-2. В противном случае выбранные асфальтовяжущие материалы следует изменять до тех пор, пока он не будет соответствовать требованиям.

Б. 6 Оценка толщины морозозащиты

Б. 6. 1 При умеренном или мокром грунте земляного полотна в районе сезонно–мерзлого грунта максимальную глубину промерзания автомобильной дороги за много лет следует рассчитывать по формуле (Б. 6. 1).

$$Z_{\max} = abcZ_d \quad (\text{Б.6.1})$$

где: Z_{\max} — максимальная глубина промерзания автомобильных дорог за много лет (мм);

Z_d —максимальная глубина промерзания грунта за много лет (мм), определяемая по данным съёмки;

a —коэффициенты теплофизических свойств материалов земляного полотна и

дорожных одежд в диапазоне глубин промерзания определяются по таблице Б. 6. 1-1;

b —коэффициент влажности земляного полотна, следует определяться по таблице Б. 6. 1-2;

c —коэффициент формы сечения земляного полотна определяется интерполяцией в соответствии с таблицей Б. 6. 1-3.

Таблица Б. 6. 1-1 Коэффициент теплофизических свойств материалов земляного полотна и дорожной одежды а

Материал земляного полотна	Глинистый грунт	Пылеватый грунт	Пылеватый песок	Мелкозернистый грунтовый песок, глинистый песок	Гравий, содержащий мелкозернистый грунт (песок)
Коэффициент теплофизических свойств материалов	1,05	1,10	1,20	1,30	1,35
Материал дорожной одежды	Цементобетон	Материал, укрепленные битумными вяжущими	Фракционированный щебень	Зернистые материалы, укрепленные известью и золами-уноса или цементом	Грунт, укрепленный известью и золами-уноса или цементом
Коэффициент теплофизических свойств материалов	1,40	1,35	1,45	1,40	1,35

Таблица Б. 6. 1-2 коэффициент влажности земляного полотна б

Тип влажности	Сухой	Умеренно влажный	Влажный
Коэффициент влажности	1,0	0,95	0,90

Таблица Б. 6. 1-3 Коэффициент формы сечения земляного полотна с

Формы и высота (глубина) заполнения и копания	Высота насыпи земляного полотна					Глубина выемки земляного полотна			
	0	<2m	2~4m	4~6m	> 6m	<2m	2~4m	4~6m	> 6m
Коэффициент формы сечения	1,0	1,02	1,05	1,08	1,10	0,98	0,95	0,92	0,90

Б. 6. 2 В соответствии с максимальной глубиной промерзания автомобильной дороги за много лет морозозащитная толщина дорожной одежды должна быть проверена и рассчитана в соответствии с положениями таблицы Б. 6. 2. Если толщина конструкции дорожной одежды меньше минимальной морозозащитной толщины, указанной в таблице Б. 6. 2, необходимо добавить морозозащитный слой, чтобы он соответствовал требованиям минимальной морозозащитной толщины.

Таблица Б. 6. 2 Минимальная морозозащитная толщина конструкции асфальтобетонного покрытия (мм)

Тип грунта земляного полотна	Тип материала основания, нижнего слоя основания	В соответствии с максимальной глубиной промерзания Z_{max} (мм) автомобильных дорог и минимальной морозозащитной толщиной типа увлажнения земляного полотна							
		Умеренно влажный				Влажный			
		500 ~1000	1000 ~1500	1500 ~2000	>2000	500 ~1000	1000 ~1500	1500 ~2000	>2000
Глинистый грунт, мелкий песчаный грунт	Зернистый материал	400~ 450	450~ 500	500~ 600	600~ 700	450~ 550	550~ 600	600~ 700	700~800
	Материал, укрепленный цементом или известью, цементобетон	350~ 400	400~ 450	450~ 550	550~ 650	400~ 500	500~ 550	550~ 650	650~750
	Материал, укрепленный цементом и зола-уносом или материал, укрепленный известью и зола-уносом, Материал, укрепленный битумным вяжущим	300~ 350	350~ 400	400~ 500	500~ 550	350~ 450	450~ 500	500~ 550	550~700
Пылеватый грунт	Зернистый материал	450~ 500	500~ 600	600~ 700	700~ 750	500~ 600	600~ 700	700~ 800	800~1000
	Материал, укрепленный цементом или известью, цементобетон	400~ 450	450~ 500	500~ 600	600~ 700	450~ 550	550~ 650	650~ 700	700~900
	Материал, укрепленный цементом и золой-уноса или материал, укрепленный известью и золой-уноса, Материал, укрепленный битумным вяжущим	300~ 400	400~ 450	450~ 500	500~ 650	400~ 500	500~ 600	600~ 650	650~800

- Примечание: 1. В действующем «Стандарте естественного зонирования автомобильных дорог» (ГТJ003) для районов с коэффициентом влажности менее 0,5 морозозащитная толщина в засушливых районах, таких как II, III и IV, может быть уменьшена на 15 – 20 % по сравнению со значением в таблице.
2. Для земляного полотна из песчаного грунта в зоне II морозозащитная толщина должна быть уменьшена на 5 – 10 % соответственно.
3. Когда максимальная глубина промерзания автомобильной дороги в течение многих лет большая, значение близко к верхнему пределу, в противном случае значение близко к нижнему пределу.
4. Если для основания и нижнего слоя основания используются разные типы материалов. Это должно определяться в соответствии с типом материала большей толщины.

Б. 7 Приёмочное значение упругого прогиба проектной конструкции дорожной одежды

Б. 7.1 Приёмочное значение упругого прогиба l_g на поверхности земляного полотна рассчитывается по формуле (Б.7.1).

$$l_g = \frac{176pr}{E_0} \quad (\text{Б. 7. 1})$$

где: l_g —приёмочное значение упругого прогиба на поверхности земляного полотна (0,01 мм);
 p —приложенная нагрузка на опорную плиту прогибомера падающего груза (МПа);
 r —радиус опорной плиты прогибомера падающего груза (мм);
 E_0 —модуль упругости (МПа) на поверхности земляного полотна при равновесной влажности.

Б. 7.2 Для приёмки земляного полотна целесообразно использовать прогибомер с падающим грузом, нагрузка которого составляет 50 кН, а радиус нагрузочного диска должен быть 150 мм. Измеренное репрезентативное значение прогиба l_0 на поверхности земляного полотна должно соответствовать требованиям формулы (Б. 7. 2-1).

$$l_0 \leq l_g \quad (\text{Б. 7. 2-1})$$

где l_0 —репрезентативное значение прогиба на поверхности земляного полотна (0,01 мм), измеренное на участке дороги, принимая 1~3 км за оценочный участок дороги и рассчитывается по формуле (Б.7.2-2).

l_g —Приёмочное значение упругого прогиба на поверхности земляного полотна (0,01 мм);

$$l_0 = (\bar{l}_0 + \beta \cdot s) K_1 \quad (\text{Б. 7. 2-2})$$

где \bar{l}_0 —среднее значение измеренного упругого прогиба на поверхности земляного полотна на участке дороги (0,01 мм);

s —стандартное отклонение измеренного прогиба на поверхности земляного полотна на участке дороги (0,01 мм);

β —целевые показатели надёжности. По категории автомобильных дорог принять значение по таблице 3.0.1;

K_1 —коэффициент влияния влажности прогиба на поверхности земляного полотна, определяется на основе местного опыта.

Б. 7.3 Приёмочное значение упругого прогиба дорожного покрытия l_a должно рассчитываться по формуле (Б. 7. 3) с использованием теории упругих слоистых систем в соответствии с проектируемой конструкцией дорожной одежды. Параметры слоя конструкции дорожной одежды должны быть такими же, как и при проверке конструкции дорожной одежды. Модуль упругости на поверхности земляного полотна должен быть

использовать модуль упругости на поверхности земляного полотна в состоянии равновесной влажности, умноженный на поправочный коэффициент модуля K_1 .

$$l_a = p \bar{l}_a$$

$$\bar{l}_a = f\left(\frac{h_1}{\delta}, \frac{h_2}{\delta}, \dots, \frac{h_{n-1}}{\delta}, \frac{E_2}{E_1}, \frac{E_3}{E_2}, \dots, \frac{E_0}{E_{n-1}}\right) \quad (\text{Б. 7. 3})$$

где: \bar{l}_a —теоретический коэффициент прогиба;

k_1 —поправочный коэффициент для модуля упругости на поверхности земляного полотна. При использовании основания укрепленного неорганическим вяжущим асфальтобетонного покрытия и цементобетонное основание асфальтобетонного покрытия, принять 0,5; асфальтобетонное покрытие на основании из зернистых материалов и асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими, когда основание, укрепленное неорганическим вяжущим принять 0,5, в противном случае принимают 1,0;

E_0 —модуль упругости (МПа) на поверхности земляного полотна при равновесной влажности.

Значение других символов такое же, как в формуле (Б. 1. 1-3).

Б. 7. 4 Значение упругого прогиба дорожного покрытия должно быть определено при окончании строительства дороги. Репрезентативное значение отклонения центральной точки дефлектометра с падающим грузом должно удовлетворять требованиям формулы (Б. 7. 4-1).

$$l_0 \leq l_a \quad (\text{Б. 7. 4-1})$$

где: l_0 —репрезентативное значение измеренного прогиба дорожного покрытия на участке дороги (0,01 мм), принимая 1-3 км за оценочный участок дороги, рассчитанный согласно (Б. 7. 4-2).

l_a —Приёмочное значение прогиба дорожного покрытия (0,01 мм);

$$l_0 = (\bar{l}_0 + \beta \cdot s) K_1 K_3 \quad (\text{Б. 7. 4-2})$$

где: \bar{l}_0 —среднее значение измеренного прогиба дорожного покрытия на участке дороги (0,01 мм);

s —стандартное отклонение измеренного прогиба дорожного покрытия на участке дороги (0,01 мм).

β —целевые показатели надежности. По категории автомобильных дорог принять значение по таблице 3.0.1.

K_1 —коэффициент влияния влажности на прогиб дорожного покрытия, в соответствии с измеренным значением прогиба значение модуля упругости земляного полотна получают путем обратного расчета, а затем значение модуля упругости земляного полотна, корректируют для получения значения структурного модуля, а затем получают поправочный коэффициент влажности K_1 прогиба в испытательном

состоянии или определяют в соответствии с местным опытом.

K_3 —коэффициент влияния температуры на прогиб дорожного покрытия определяют по формуле (Б. 7. 4-3).

$$K_3 = e^{[9 \times 10^{-6}(\ln E_0 - 1)h_a + 4 \times 10^{-3}](20 - T)} \quad (\text{Б. 7. 4-3})$$

где: T —измеренная или расчётная температура ($^{\circ}\text{C}$) в средней точке слоя материалов, укрепленных битумными вяжущими во время измерения прогиба;

h_a —толщина слоя материалов укрепленных битумными вяжущими (мм);

E_0 —модуль упругости (МПа) на поверхности земляного полотна при равновесной влажности.

交通运输部信息公开
浏览专用

Приложение В

Вариант конструкции асфальтобетонного покрытия

В. 0.1 Для различных уровней транспортной нагрузки сочетание толщины слоя конструкции асфальтобетонного покрытия может быть выбрано в соответствии с Таблицей В. 0.1-1~Таблица В. 0.1-6 или может быть определено в соответствии с местным инженерным опытом.

Таблица С.0.1-1 Диапазон толщины покрытия (мм) основания, укрепленного неорганическим вяжущим (зернистый основание)

Уровень транспортной нагрузки	Сверх тяжёлый, особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний	Лёгкий
Слой покрытия	250 ~ 150	250 ~ 150	200 ~ 100	150 ~ 20
Основание (укрепленное неорганическим вяжущим)	600 ~ 350	550 ~ 300	500 ~ 250	450 ~ 150
Нижний слой основания (зернистый материал)	200 ~ 150			

Таблица В. 0. 1-2 Диапазон толщины дорожного покрытия из основания, укрепленного неорганическим вяжущим (нижнего слоя основания, укрепленного неорганическим вяжущим) (мм)

Уровень транспортной нагрузки	Сверх тяжёлый, особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний	Лёгкий
Слой покрытия	250 ~ 120	250 ~ 100	200 ~ 100	150 ~ 20
Основание (укрепленное неорганическим вяжущим)	500 ~ 250	450 ~ 200	400 ~ 150	500 ~ 200
Нижний слой основания (зернистый)	200 ~ 150			—

Таблица В. 0. 1-3 Диапазон толщины дорожного покрытия из зернистого основания (зернистого нижнего слоя основания) (мм)

Уровень транспортной нагрузки	Тяжелый	Средний	Легкий
Слой покрытия	350 ~ 200	300 ~ 150	200 ~ 100
Основание(зернистое)	450~350	400~300	350~250
Нижний слой основания (зернистый)	200 ~ 150		

Таблица В. 0. 1-4 Диапазон толщины дорожного покрытия из основания, укрепленного битумным вяжущим (зернистого нижнего слоя основания) (мм)

Уровень транспортной нагрузки	Тяжёлый	Средний	Лёгкий
Слой покрытия	150 ~ 120	120 ~ 100	80 ~ 40
Основание (укрепленное битумным вяжущим)	250 ~ 200	220 ~ 180	200 ~ 120
Нижний слой основания (зернистый)	400 ~ 300	400 ~ 300	350 ~ 250

Таблица В. 0. 1-5 Диапазон толщины дорожного покрытия на основании, укрепленном битумным вяжущим (нижнего слоя основания, укрепленного неорганическим вяжущим) (мм)

Уровень транспортной нагрузки	Сверх тяжёлый, особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний	Лёгкий
Слой покрытия	120 ~ 100	120 ~ 100	100 ~ 80	80 ~ 40
Основание (укрепленное битумным вяжущим)	180 ~ 120	150 ~ 100	150 ~ 100	100 ~ 80
Нижний слой основания (укрепленный неорганическим вяжущим)	600 ~ 300	600 ~ 300	550 ~ 250	450 ~ 200

Таблица В. 0. 1-6 Диапазон толщины дорожного покрытия на основании, укрепленном битумным вяжущим (нижнего слоя основания, укрепленного неорганическим вяжущим и зернистого нижнего слоя основания) (мм)

Уровень транспортной нагрузки	Сверх тяжёлый, особо тяжёлый	Тяжёлый	Средний	Лёгкий
Слой покрытия	120 ~ 100	120 ~ 100	100 ~ 80	80 ~ 40
Основание (укрепленное битумным вяжущим)	240 ~ 160	180 ~ 120	160 ~ 100	100 ~ 80
Нижний слой основания (зернистый)	200 ~ 150	200 ~ 150	200 ~ 150	200 ~ 150
Нижний слой основания (укрепленный неорганическим вяжущим)	400 ~ 200	400 ~ 200	350 ~ 200	250 ~ 150

В. 0.2 Толщина структурного слоя должна выбираться в соответствии с такими факторами, как уровень транспортной нагрузки и несущая способность земляного полотна. При высоком уровне транспортной нагрузки и слабой несущей способности земляного полотна следует брать толщину, близкую к верхнему пределу или сопоставлять к диапазону толщины покрытия, который на один класс транспортной нагрузки выше. И наоборот, может быть близок к нижнему пределу или сопоставляться к диапазону толщины покрытия, который на один класс транспортной нагрузки ниже.

交通运输部信息公开
浏览专用

Приложение Г

Методы испытания модуля упругости зернистых материалов

Г. 1 Сфера применения

Г. 1.1 Этот метод подходит для испытания модуля упругости зернистых материалов с помощью динамического испытания на трёхосное сжатие.

Г. 1.2 Формование испытательных образцов может производиться ударным уплотнением, уплотнением при статической нагрузке и вибрационным уплотнением.

Г. 2 Оборудование

Г. 2.1 Динамический трёхосный тестер можно разделить на внешний и внутренний, в зависимости от положения датчика, как показано на рисунке Г. 2. 1.

Г. 2.2 Трёхосная камера давления должна быть изготовлена из поликарбоната, акриловой кислоты или других прозрачных материалов, а боковое давление должно быть давлением воздуха.

Г. 2.3 Нагрузка должна прикладываться по типу нагружения сверху, и следует использовать электрогидравлическое или электрическое устройство давления замкнутого контура. Оно должно иметь возможность генерировать повторяющуюся половинный положительный вектор импульсной нагрузки, показанную на рисунке Г. 2. 3, а форма несущей нагрузки должна отображаться в реальном времени.

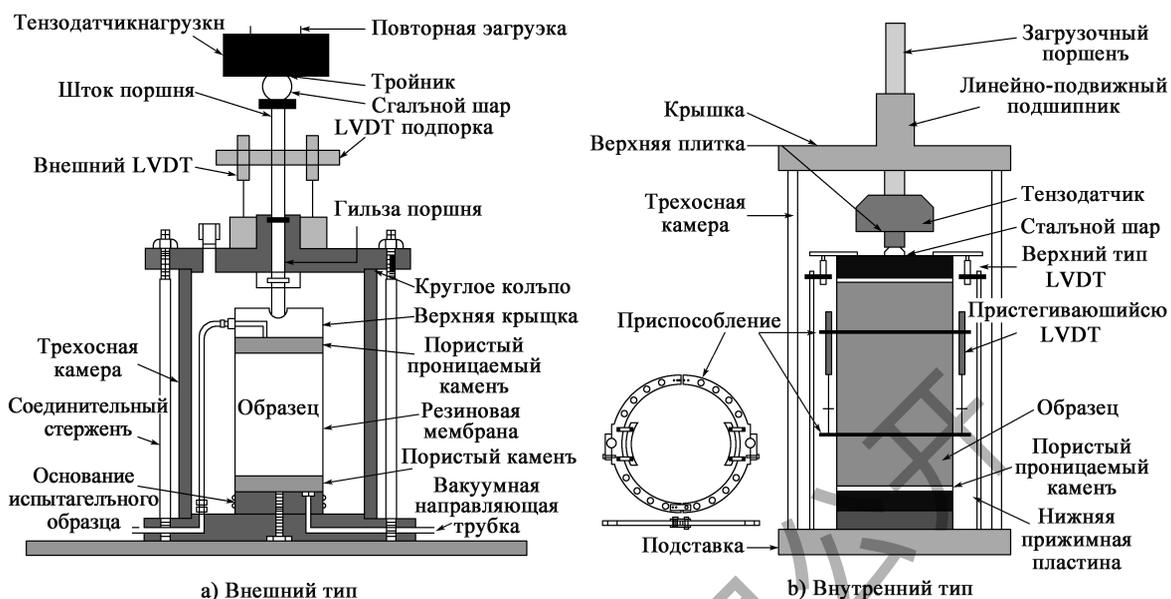


Рисунок Г. 2. 1 Динамическая трехосевая машина

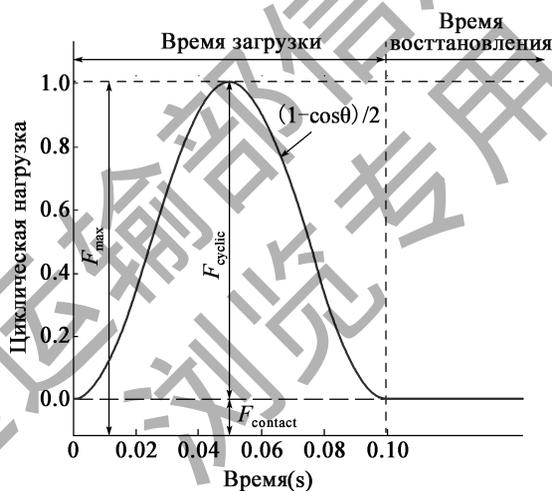


Рисунок Г. 2. 3 Волна нагрузки по гаверсинусу

Г. 2. 4 Электронные датчики нагрузки должны использоваться для измерения осевой нагрузки. Грузоподъемность и точность должны соответствовать требованиям справочной таблицы Г. 2. 4.

Прилагаемая таблица Г. 2. 4 Требования к допустимой нагрузке и точности тензодатчика

Диаметр образца (мм)	Грузоподъемность (кН)	Требования к точности (Н)
100	≥9,0	±18,0
150	≥22,0	±22,0

Г. 2. 5 Для измерения осевой деформации могут использоваться оптический датчик для измерения деформации, бесконтактный датчик приближения и линейный регулируемый дифференциальный датчик. Все типы датчиков должны соответствовать следующим требованиям.

- 1 Датчик для измерения оптической деформации должен принимать аналоговый цифровой выходной сигнал, разрешение должно быть менее 0,005 мм, частотная характеристика должна быть не менее 200 Гц, линейность должна быть не более $\pm 1\%$, размер смещения должен быть не менее 12,7 мм; Диапазон измеряемой длины составляет 63,5 ~ 127,0 мм.
- 2 Бесконтактный датчик приближения и линейный регулируемый дифференциальный датчик должны соответствовать требованиям таблицы Г. 2. 5.

Таблица Г. 2. 5 Технические требования к бесконтактным датчикам приближения и линейным регулируемым дифференциальным датчикам

Диаметр образца (мм)	Минимальный диапазон (мм)	Отскок смещения образца*(мм)	Минимальный выход А.С(mv)	Минимальная чувствительность линейного-регулируемого дифференциального датчика (mV/V)	Минимальная чувствительность бесконтактного датчика приближения (mV/V)
150	$\pm 6,0$	0,025	6	2,1	—
100	$\pm 2,5$	0,015	5	2,8	5

Примечание: * Относится к минимальному смещению отскока, измеренному в средней 1/2 части 2 - кратного диаметра образца. Если используются другие измерительные длины, их следует скорректировать.

Г. 2.6 Система сбора данных должна иметь возможность обрабатывать данные автоматически, оснащена устройствами возбуждения сигналов, настройки и сбора сигналов, требующими времени преобразования А/Е не менее 25 мкс, разрешения не менее 12 бит, одноканального или многоканального ввода и на выходе не менее 30кГц Точность измерения не менее $\pm 0,02\%$, а нелинейность не более $\pm 0,5\%$.

Г.2.7 Трёхосная камера должна контролироваться регулятором давления с допустимой нагрузкой на давление не менее 210 кПа и точностью не менее 1,0 кПа. Давление следует контролировать с помощью обычного манометра или датчика давления с точностью до 1,0 кПа.

Г. 2.8 Другие инструменты должны включать кронциркуль, микрометр, стальную линейку, калиброванную до 0,5 мм, резиновую мембрану толщиной 0,25~0,79 мм, резиновое уплотнительное кольцо, источник вакуума с воздушной камерой и регулятором, натяжитель мембраны, пористый проницаемый камень толщиной 6,4 мм или пористая проницаемая бронзовая прокладка, весы, влажный мерный бак, лист регистрации данных и отчётный лист.

Г.3 Подготовка образца

Г.3.1 Размер образца для зернистых материалов с наибольшим размером частиц более 19 мм составляет: диаметр × высота (мм²) = Ø150 × 300, и частицы размером более 26,5 мм должны быть отсеяны при подготовке испытательного образца. Размер образца для зернистых материалов с наибольшим размером частиц менее 19 мм составляет: диаметр × высота (мм²) = Ø100 × 200.

Г.3.2 Содержание влажности в образце, уплотнённом в помещении, должно быть оптимальным содержанием влажности при испытании на уплотнение, а отклонение между содержанием влажности в образце, уплотнённом в помещении, и целевым содержанием влажности не должно превышать ±0,5%.

Г.3.3 Образцы после уплотнения должны иметь сухую плотность, соответствующую степени уплотнения на дороге. Если степень уплотнения на дороге отсутствует, можно использовать 95% максимальной сухой плотности испытания на уплотнение. Отклонение между плотностью уплотнения в лаборатории и степенью уплотнения не должна превышать ±1,0%.

Г.4 Процедура испытания

Г.4.1 Перед каждой группой испытаний испытательная система должна быть откалибрована.

Г.4.2 Образец для испытаний должен быть собран в соответствии со следующими этапами и требованиями.

- 1 Нижняя пластина и предварительно смоченный пористый проницаемый камень устанавливаются последовательно под образец. Когда проницаемый камень

заблокирован, между тестируемым образцом и проницаемым камнем следует поместить предварительно смоченную фильтровальную бумагу.

- 2 Образец помещали на проницаемый камень, а резиновую мембрану на натяжитель мембраны. Включите вакуумную установку к натяжителю плёнки, установите резиновую плёнку на испытуемый образец и по очереди добавьте предварительно смоченный проницаемый камень и верхнюю прижимную пластину, затем отключите вакуумную установку и снимите натяжитель плёнки.
- 3 Сложите и закройте резиновую плёнку и прикрепите её оба конца к нижней и верхней пластинам с помощью резиновых уплотнительных колец или других средств герметизации под давлением. Резиновая плёнка должна быть в тесном контакте с образцом и прижимной пластиной с обоих концов, и она должна быть воздухонепроницаемой. Вакуумное масло может быть нанесено вокруг прижимной пластины на конце.

Г. 4.3 Поместить собранный образец на основание трёхосной камеры. Подсоединить слив в нижней части образца к источнику вакуума через воздушную камеру, а затем применить вакуумную нагрузку 35 кПа. При наличии пузырьков воздуха следует проверить и устранить причину утечки. Для утечек, вызванных повреждениями в резиновой плёнке, для их устранения можно использовать такие методы, как нанесение жидкого латекса на поверхность резиновой плёнки или установка второй резиновой плёнки. После устранения течи отсоедините источник вакуума и тщательно очистите уплотнительное кольцо круглого сечения и все его контактные поверхности.

Г. 4.4 Оборудование должно быть собрано в соответствии со следующими этапами и требованиями

- 1 Накрыть верхнюю пластину трёхосной камеры, вставить загрузочный поршень, плотно соедините его с датчиком нагрузки и одновременно соедините шток поршня и загрузочное устройство. Равномерно затяните стяжные шпильки гаечным ключом и прикрутите трёхосную камеру к основанию. Проверить верхнюю пластину трёхосной камеры, чтобы убедиться, что она находится в горизонтальной плоскости и может быть проверена калиброванным уровнем.
- 2 Для неподвижных трёхосных камер поместите образец под устройство для повторной осевой нагрузки и соедините нагружающее устройство и образец с помощью гладкого стального шарика. Когда поршень находится в тесном контакте со стальным шариком и к образцу прикладывается небольшая нагрузка,

медленно вращайте стальной шарик, чтобы центрировать образец, чтобы убедиться, что стальной шарик соосен поршню, и переместите образец в сторону, чтобы получить соосную нагрузку.

- 3 Для подвижной трёхосной камеры, переместите её под осевое нагружающее устройство и точно расположите её, чтобы гарантировать, что к образцу может быть приложена точная осевая нагрузка.
- 4 Установите систему измерения осевого смещения и проверьте её.

Г. 4.5 Открыть все клапаны дренажных труб, подключенных к образцу, подсоедините трубу подачи ограничивающего давления и трехосную камеру и приложите к образцу предварительное ограничивающее давление 105,0 кПа. Половинный положительный вектор импульсной нагрузки с максимальным осевым напряжением 231,0 кПа должна быть приложена к образцу не менее 1000 раз, время нагрузки 0,1 с, время восстановления 0,9 с. Когда вертикальная остаточная деформация образца достигает 5 % высоты образца, предварительное нагружение следует прекратить, проанализировать причину чрезмерной деформации образца и при необходимости повторно подготовить образец к испытаниям. Когда вертикальная остаточная деформация испытуемого образца снова достигает 5 % во время предварительного нагружения, испытание должно быть остановлено, а инструкции должны быть записаны.

Г. 4.6 В соответствии с последовательностью нагружения 1 в таблице Г. 4.6 отрегулировать максимальное осевое напряжение до 14,0 кПа и ограничивающее давление до 20,0 кПа. При соответствующем уровне осевого циклического напряжения к образцу прикладывали 100 половинных положительных векторов импульсных нагрузок, время нагружения составляло 0,1 с, время восстановления составляло 0,9 с, и записывается среднее значение деформации отскока за последние 5 циклов. После того, как последовательность нагружения 1 завершена, уровень напряжения последовательно изменяется с последовательности нагружения 2 на последовательность нагружения 25 для выполнения вышеуказанного испытания, и записывается среднее значение деформации упругого возврата за последние 5 циклов каждой последовательности нагружения. Во время испытания, когда вертикальная остаточная деформация образца достигает 5% высоты образца, испытание следует остановить и записать результат.

Г. 4.7 После завершения испытания ограничивающее давление снижают до 0, образец извлекают, удаляют резиновую плёнку, измеряют и записывают содержание влаги в образце.

Таблица Г. 4. 6 Последовательность нагружения

Серийный номер	Напряжение ограничивающего давления σ_3 (кПа)	Контактное напряжение $0.2\sigma_3$ (кПа)	Циклическое девиаторное напряжение σ_d (кПа)	Максимальное осевое напряжение σ_{max} (кПа)	Количество действия нагрузки
0-предварительная нагрузка	105	21	210	231	1000
1	20	4	10	14	100
2	40	8	20	28	100
3	70	14	35	49	100
4	105	21	50	71	100
5	140	28	70	98	100
6	20	4	20	24	100
7	40	8	40	48	100
8	70	14	70	84	100
9	105	21	105	126	100
10	140	28	140	168	100
11	20	4	40	44	100
12	40	8	80	88	100
13	70	14	140	154	100
14	105	21	210	231	100
15	140	28	280	308	100
16	20	4	60	64	100
17	40	8	120	128	100
18	70	14	210	224	100
19	105	21	315	336	100
20	140	28	420	448	100
21	20	4	80	84	100
22	40	8	160	168	100
23	70	14	280	294	100
24	105	21	420	441	100
25	140	28	560	588	100

Г. 5 Расчёт модуля упругости

Г. 5.1 Модуль упругости должен быть рассчитан по деформации отскока последних 5 циклов каждой последовательности нагружения и должно быть рассчитано среднее значение всей последовательности.

Г. 5.2 В соответствии с данными, полученными в результате испытания, и определяющей моделью напряжённо – деформированного состояния, показанной в формуле (Г. 5.2), метод нелинейной подгонки должен использоваться для определения параметров модели k_1, k_2, k_3 .

$$M_R = k_1 p_a \left(\frac{\theta}{p_a} \right)^{k_2} \left(\frac{\tau_{oct}}{p_a} + 1 \right)^{k_3} \quad (\text{Г. 5.2})$$

где M_R — модуль упругости (МПа);

θ — напряжение тела, $\theta = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — главное напряжение (МПа);

τ_{oct} — октаэдрическое напряжение сдвига (МПа).

$$\tau_{oct} = \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2} / 3$$

k_i — постоянная регрессии, $k_1, k_2 \geq 0, k_3 \leq 0$;

p_a — эталонное давление воздуха (МПа).

Г. 6 Отчёт об испытаниях

Г. 6.1 Информационные данные об образце, которые должны быть записаны в отчёте об испытаниях, включают: количество, размер, компактность и влажность образца, а также, достигает ли остаточная деформация в процессе нагружения 5 %.

Г. 6.2 Данные, которые должны быть записаны в отчёте об испытаниях, включают: ограничивающее давление для каждой последовательности нагружения, номинальное максимальное осевое напряжение, осевая нагрузка, осевое напряжение, осевая деформация отскока, модуль упругости и стандартное отклонение модуля упругости за последние 5 циклов, параметры регрессии k_1, k_2 и k_3 структурной модели, отношение стандартной ошибки оценки к стандартному отклонению, квадрат коэффициент корреляции.

Приложение Д

Методы испытания модуля упругости при одноосном сжатии материалов, укрепленных неорганическими вяжущими

Д. 1 Сфера применения

Д. 1.1 Этот метод используется для определения модуля упругости при одноосном сжатии образцов материалов, укрепленных неорганическими вяжущими.

Д. 1.2 Образцы для испытаний можно формировать в лаборатории или высверливать из слоя дорожной одежды.

Д. 2 Оборудование

Д. 2.1 Должна использоваться испытательная машина, оснащенная гидравлической или пневматической системой нагружения материалов, точность измерения должна быть не менее $\pm 1\%$, скорость приложения нагрузки должна контролироваться компьютером, она должна быть в состоянии нагружать и разгружать равномерно и непрерывно, и в состоянии поддерживать статическую нагрузку, максимальный диапазон не должен быть менее 300 кН.

Д. 2.2 Нагрузочная пластина может быть изготовлена из твердой стали или высокопрочного алюминия, а её диаметр должен быть не меньше диаметра образца, и её следует размещать соответственно снизу и сверху образца.

Д. 2.3 Осевую деформацию ΔL следует измерять с боковой стороны образца с помощью датчика перемещения, диапазон датчика перемещения должен быть не менее 5 мм, а разрешение должно достигать 1 мкм. Точки измерения должны располагаться на трёх параллельных линиях со смещением под углом 120° посередине стороны образца, а расстояние L между точками измерения должно быть не менее 4-кратного максимального размера частиц минерального наполнителя. Расстояние между верхней поверхностью образца и концом точки измерения должно быть не менее 15 мм.

Д. 2.4 Датчик перемещения должен быть установлен, как показано на рисунке Д. 2.4-1 и Д. 2.4-2, жёсткое кольцо должно быть закреплено со стороны цилиндрического образца болтами, а конец болта должен быть полусферическим. Три датчика перемещения должны быть закреплены на одном из жёстких колец.

Д. 2.5 Должна использоваться система сбора данных с компьютерным управлением, а нагрузка и осевая деформация образца должны регистрироваться каждые 0,01 секунды.

Д. 2.6 Станок для порезки образцов должен использовать двустороннюю пилу. Разрешается использовать одностороннюю пилу, при условии, что полученные две поверхности образца будут параллельны.

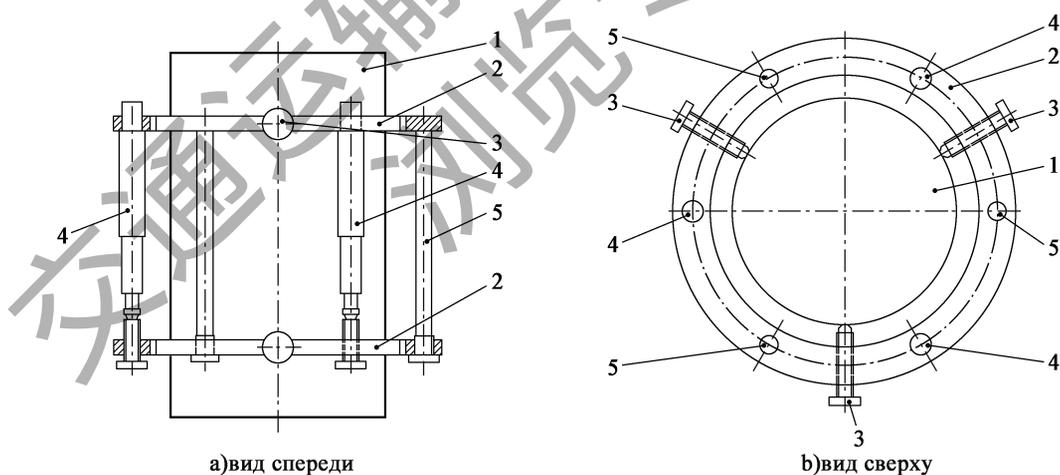


Рисунок Д. 2.4-2 Установка датчика

1. Образец; 2. Жёсткое кольцо; 3. Болт; 4. Датчик; 5. Съёмный болт.

Д. 3 Подготовка образца

Д. 3.1 Цилиндрические образцы могут быть изготовлены в соответствии с действующими «Правил Испытаний Материалов, Укреплённых Неорганическими Вяжущими Для Строительства Автомобильных Дорог» (JTG E51) T0843 или образцы могут быть высверлены из изготовленных образцов балок или дорожной одежды. Образец должен быть правильной формы, гладким и плоским по бокам. Можно использовать три спецификации образца: диаметр×высота (мм²)=Ø100×150, диаметр×высота (мм²)=Ø150×150 или диаметр×высота (мм²)=Ø150×300.

Д. 3.2 Необходимо использовать обрезную машину, чтобы обрезать с двух сторон испытательный образец, и убедиться, что его высота составляет $150 \pm 2,5$ мм или $300 \pm 2,5$ мм. Допустимая разность высот канавок вдоль направления диаметра торца составляет $\pm 0,05$ мм, верхняя и нижняя торцевые поверхности образца должны быть перпендикулярны оси образца, а допустимое отклонение составляет ± 1 , в противном случае образец следует выбраковать.

Д. 3.3 Диаметр измеряют в трёх точках, в середине образца и на 1/3 высоты образца от верхней и нижней поверхностей. Каждое измерение необходимо выполнить дважды. После каждого измерения образец необходимо повернуть на 90° и повторить измерение, а затем рассчитать среднее значение и стандартное отклонение шести измерений диаметра, стандартное отклонение допускается равным 2,5 мм, образец следует выбраковать, если он не удовлетворяет требованиям. Для образцов, диаметры которых соответствуют требованиям, в последующих расчётах за диаметр принимается среднее значение шести измерений диаметра с точностью до 0,1 мм.

Д. 3.4 Верхняя и нижняя поверхность образца, подвергаемого испытанию, должны быть тщательно выровнены цементной пастой. Необходимо положить образец для испытаний вертикально на стол и нанести тонкий слой цементного теста ранних сроков схватывания на верхнюю торцевую поверхность. Посыпать поверхность небольшим количеством мелкого песка 0,25 ~ 0,5 мм и поместить плоскую круглую стальную пластину диаметром больше, чем образец для испытаний, на верхнюю поверхность. Повернуть круглую стальную пластину под давлением, выровнять верхнюю поверхность, переместить стальную пластину во время вращения и быстро удалите её. Когда цементная паста прилипнет к стальной пластине, её следует снова разгладить цементной пастой и повторить вышеуказанные шаги. После того, как одна торцевая поверхность будет

выровнена, поместить её более чем на 4 часа и выровнять другую торцевую поверхность таким же образом. Размер испытательного образца после выравнивания должен соответствовать требованиям пункта 3. 2 приложения Д настоящих правил.

Д. 3. 5 Образцы для испытаний должны выдерживаться в соответствии с действующими «Правил Испытаний Материалов, Укреплённых Неорганическими Вяжущими Для Строительства Автомобильных Дорог» (JTG E51) T0845 в условиях для стандартного или быстрого твердения.

Д. 3. 6 Для грунта, укрепленного неорганическим вяжущим, и щебеночно – песчаной смеси (ЩПС), укрепленной неорганическими вяжущими, максимальный размер зёрен щебня которых не превышает 26,5 мм, количество образцов для испытаний должно быть не менее 9. Для щебеночно – песчаной смеси (ЩПС), укрепленной неорганическим вяжущим, максимальный размер зёрен щебня которых превышает 26,5 мм, количество образцов для испытаний должно быть не менее 15.

Д. 4 Процедура испытаний

Д. 4. 1 Испытываемый образец должен быть погружён в воду на 24 часа, а затем извлечен из воды, вытерт и взвешен. Разница качества между образцом после затвердевания и временем изготовления не должна превышать 2 % , иначе образец выйдет из строя. Интервал времени от перемещения образца из камеры затвердевания до завершения испытания должен быть минимальный.

Д. 4. 2 Необходимо посыпать небольшое количество мелкого песка с размером зёрен 0,25 ~ 0, 50 мм на верхнюю поверхность испытательного образца, поместить загрузочную пластину на верхнюю поверхность испытательного образца и вращать при надавливании песок должен заполнить неровную поверхность испытательного образца и дать осесть лишнему песку. Поместить испытательный образец на загрузочную раму, соответствующую центру загрузочной пластины, так, чтобы центр испытательного образца был совмещен с центром загрузочной рамы.

Д. 4. 3 Пресс должен непрерывно и равномерно прикладывать нагрузку со скоростью нагружения 1 мм / мин до тех пор, пока образец не разрушится.

Д. 4. 4 Деформацию образца ϵ рассчитывают, используя среднее значение деформации образца, измеренное тремя датчиками перемещения. Во время испытания должна быть

записана кривая «нагрузка-деформация», как показано на рисунке Д. 4. 3. Когда начальная точка кривой «нагрузка-деформация» не находится в точке 0 или кривая начинает слегка колебаться, начальную точку кривой следует скорректировать так, чтобы линия, соединяющая точку ($\varepsilon_3, 0,3F_r$) и исправленная точка (0, 0)–прямая линия на кривой.

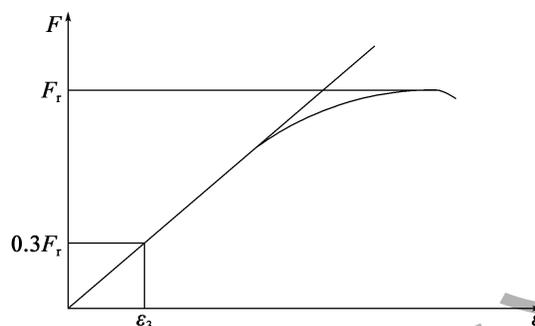


Рисунок Д. 4. 4 Кривая нагрузка–деформация

Д. 4. 5 Максимальная нагрузка и деформация сжатия, соответствующие 0,3 - кратной максимальной нагрузке, должны быть получены по кривой «нагрузка - деформация», а модуль упругости должен быть рассчитан по формуле (Д. 4. 5).

$$E = \frac{1,2F_r}{\pi \cdot D^2 \cdot \varepsilon_3} \quad (\text{Д.4.5})$$

где E —модуль упругости (МПа);

F_r —максимальная нагрузка (н);

D —диаметр испытательного образца (мм);

ε_3 —продольная деформация сжатия образца при нагрузке достигает $0,3F_r$, $\varepsilon_3 = \Delta l/L$.

Д. 5 Отчёт об испытаниях

Д.5.1 Модуль упругости следует округлить до целого числа.

Д. 5.2 При испытании одной и той же группы образцов следует использовать метод трёхкратной среднеквадратичной ошибки для исключения выбросов.

Д.5.3 Для грунта, укрепленного неорганическим вяжущим, и щебёночно - песчаной смеси, укрепленной неорганическими вяжущими с максимальным размером зёрен щебеня не более 26,5 мм, а коэффициент вариации результатов испытаний не должен превышать 10 %; для щебёночно - песчаной смеси, укрепленной неорганическими вяжущими с максимальным

размером зёрен щебня 26,5 мм, коэффициент вариации результатов испытаний не должен превышать 15 %. Если результат неудовлетворителен, количество испытаний должно быть увеличено, и новые результаты испытаний должны быть объединены с первоначальными результатами испытаний, а коэффициент вариации должен быть повторно рассчитан до тех пор, пока не будет соответствовать вышеуказанным требованиям.

Д. 5.4 Отчёт об испытаниях должен включать метод изготовления образца для испытаний, размер образца для испытаний, качество образца для испытаний во время изготовления и испытаний, условия подготовки или хранения образца для испытаний, время подготовки образца для испытаний, дата испытания и значение модуля упругости каждого испытанного образца, минимальные и максимальные значения, среднее значение, стандартное отклонение и коэффициент вариации результатов испытаний.

交通运输部信息中心
浏览专用

Приложение Е

Метод испытания на одноосную прочность вдавливания штампа в асфальтобетон

Е. 1 Сфера применения

Е. 1. 1 Этот метод подходит для измерения прочности вдавливания штампа в асфальтобетон и используется для тестирования устойчивости асфальтобетонов к высоким температурам после завершения строительства.

Е. 1. 2 Этот метод применим для испытания на прочность вдавливания штампа образцов изготовленных из асфальтобетона, изготовленных в лаборатории, или кернов асфальтобетона, отобранных из асфальтобетонных слоев. Стандартная температура испытания составляет 60 °С, при необходимости можно провести испытания при других температурах.

Е. 1. 3 Этот метод подходит для цилиндрических асфальтобетонных образцов диаметром $100 \pm 2,0$ мм или $150 \pm 2,0$ мм и высотой $100 \pm 2,0$ мм. При необходимости могут быть использованы цилиндрические образцы другой высоты.

Е. 2 Требования к оборудованию и материалам

Е. 2. 1 Для испытаний используется универсальная машина для испытания материалов, также можно использовать другое оборудование для испытания материалов, но при этом должны быть соблюдены следующие условия:

- 1 Максимальная нагрузка не должна превышать 80 % диапазона измерения и быть

не менее 20 % . Она должна составлять 10 кН с ценой деления 10Н.

- 2 При использовании терморегулятора точность контроля температуры должна составлять $\pm 0,5$ °С.
- 3 Скорость приложения нагрузки должна составлять 1 мм / мин. Испытательная машина должна иметь сервисную систему и скорость не должна меняться в процессе нагружения.

Е. 2. 2 Материал проникающего индентора должен быть из нержавеющей стали Q235, а его твёрдость по Роквеллу должна составлять от 10 до 30 HRC. Верхняя часть индентора представляет собой тонкую пластину длиной \times ширину \times толщину (мм³) = 50 \times 50 \times 10, нижняя часть — цилиндр, для образца диаметром 150 мм диаметр цилиндра \times высота (мм²) = $\varnothing 42 \times 50$, для образца диаметром 100 мм. Образцы, диаметр цилиндра \times высота (мм²) = $\varnothing 28,5 \times 50$, как показано на рисунке F. 2. 2.

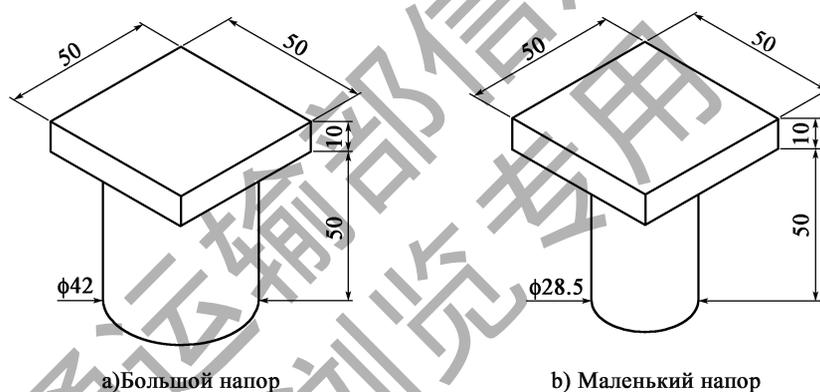


Рисунок Е.2.2 Принципиальная схема индентора для испытания на вдавливание штампа (ММ)

Е. 2. 3 Для изготовления образца следует использовать гираторный уплотнитель, а пористость образца асфальтобетонной смеси следует контролировать в соответствии с фактической пористостью дорожного покрытия.

Е. 2. 4 Другое оборудование: сушильный шкаф, штангенциркуль, весы.

Е. 3 Подготовка образца

Е. 3. 1 Подготовьте испытательные образцы из асфальтобетонной смеси в соответствии с требованиями испытаний. Стандартный диаметр образца для испытаний составляет 150 мм, также могут использоваться образцы диаметром 100 мм, когда максимальный размер зёрен в

смеси меньше или равен 16 мм; высота образца для испытаний должна составлять 100 мм.

Е. 3.2 При отборе проб в смесительной установке смесь должна быть быстро помещена в климатическую камеру для сохранения температуры, образец для испытаний должен быть изготовлен быстро, прежде чем температура смеси упадет до температуры формования. Изготовление образца путем повторного нагрева после охлаждения смеси, не допускается.

Е. 3.3 Изготовление испытательных образцов в лаборатории следует проводить в соответствии с Т0736 действующими «Правил Испытания Битума и Асфальтобетонной Смеси Для Строительства Автомобильных дорог» (JTG E20). Можно также использовать другие методы изготовления образцов, но они должны соответствовать требованиям к размеру испытательных образцов.

Е. 3.4 После изготовления в лаборатории образец из обычной асфальтобетонной смеси должен быть выдержан при комнатной температуре не менее чем 12 часов, а образец из модифицированной асфальтобетонной смеси должен быть выдержан при комнатной температуре 48 часов, и время хранения не должно превышать 7 дней. После хранения необходимо измерить пористость образца для испытаний в соответствии с положениями Т 0705 действующих «Правил Испытания Битума и Асфальтобетонной Смеси Для Строительства Автомобильных дорог» (JTG E20).

Е. 3.5 При использовании керноотборника для высверливания образца дорожного керна необходимо убедиться, что образец керна имеет цилиндрическую и правильную форму. Если обе поверхности образца керна не гладкие, следует использовать режущий станок, чтобы отрезать негладкие части.

Е. 3.6 Поместить образец для испытаний в климатическую камеру, температура в камере должна быть стабильной на уровне $60 \pm 0,5$ °С, а время выдержки должно составлять 5–6 часов; когда ёмкость климатической камеры мала и имеется много образцов для испытаний, образцы для испытаний также могут быть помещены в климатическую камеру при той же температуре. Перед испытанием индентор так же следует поместить в экологический бокс, чтобы он оставался теплым до температуры испытания.

Е. 4 Проведение испытаний

Е. 4.1 Образец помещают на испытательный стенд, и поверхность для испытания на проникновение должна выбрать сторону, которая контактирует с индентором при

изготовлении образца, регулируют положение образца для испытаний таким образом, чтобы индентор был совмещен с центром образца для испытаний.

Е. 4. 2 Отрегулировать положение индентора так, чтобы он находился на расстоянии около 1 мм от поверхности испытательного образца, а затем продолжить точную настройку положения индентора, чтобы он касался испытательного образца, пока контактное давление не станет близким к 0,05 кН. Контактное давление не должно превышать 0,05 кН.

Е. 4. 3 Начать нагружение, скорость нагружения составляет 1 мм/мин, записать давление и перемещение и остановите испытание, когда значение напряжения упадет до 90% от предельного значения напряжения. Прочность в точке разрушения принимается как прочность вдавливания штампа образца, как показано на рисунке Е. 4. 3.

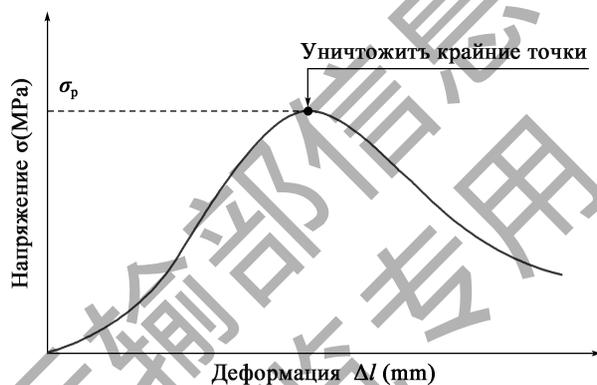


Рисунок Е.4.3 Типовая диаграмма напряжение-деформация для испытания на одноосное вдавливание штампа

Е. 5 Обработка данных

Е. 5. 1 Максимальную проникающую нагрузку P рассчитывают с точностью до 1 Н.

Е. 5. 2 Рассчитать прочность вдавливания штампа в асфальтобетонный образец стандартной высоты по формуле (Е.5.2).

$$R_{\tau} = f_{\tau} \cdot \sigma_p \quad (E.5.2)$$

$$\sigma_p = \frac{P}{A}$$

где R_{τ} — прочность вдавливания штампа (МПа).

σ_p — напряжение вдавливания штампа (МПа).

P — предельная нагрузка при разрушении образца (Н).

A — площадь поперечного сечения индентора (мм²).

f_r — для коэффициента напряжения вдавливания штампа $f_r=0,35$ для образца диаметром 150 мм и $f_r=0,34$ для образца диаметром 100 мм.

Е. 5.3 Для образцов, высота которых не превышает 100 мм, коэффициент напряжения вдавливания штампа должен быть скорректирован в соответствии со следующими условиями.

- 1 Для образца диаметром 150 мм коэффициент напряжения вдавливания штампа рассчитывается по формуле (Е. 5.3 - 1), при этом высота образца должна удовлетворять условию: $38 \text{ мм} \leq h < 100 \text{ мм}$.

$$f_r = 0.0023h + 0.12 \quad (\text{Е.5.3-1})$$

- 2 Для образца диаметром 100 мм коэффициент напряжения вдавливания штампа рассчитывается по формуле (Е. 5.3 - 2), при этом высота образца должна удовлетворять требованиям: $38 \text{ мм} \leq h < 100 \text{ мм}$.

$$f_r = 0.0012h + 0.22 \quad (\text{Е.5.3-2})$$

- 3 Рассчитать прочность на вдавливание штампа образцов нестандартной высоты в соответствии по формуле Е.5.2.

Е. 5.4 Для кернов, отобранных из слоёв дорожной одежды, расчётную прочность вдавливания штампа следует умножить на поправочный коэффициент 1,15.

Е. 6 Отчёт

Е. 6.1 Для одной и той же асфальтобетонной смеси или одного и того же участка дороги должно быть 5-6 параллельных испытательных образцов для серии испытаний, среднее значение принимается в качестве результата испытания. Когда разница между определенными данными в наборе измеренных значений и средним значением превышает стандартное отклонение в k раз, измеренное значение следует отбросить, а среднее значение оставшихся измеренных значений следует использовать в качестве результата испытания, а количество измерений должно быть не менее 4. Когда количество испытаний n равно 5 и 6, значение k составляет 1,67 и 1,82 соответственно.

Е. 6.2 В отчёте об испытаниях должны быть указаны размер образца, метод изготовления образца, температура испытания, плотность образца, пористость, тип инструмента для нагружения, результат испытания и т. д. , а также дата испытания.

Приложение Ж

Поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура

Ж. 1 Поправочный коэффициент температуры

Ж. 1. 1 В случае, когда асфальтобетонное покрытие или основание (включая нижний слой основания) конструкции дорожной одежды состоит из двух или более конструктивных слоёв из разных материалов, он должен быть переведен в эквивалентный. Асфальтобетонное покрытие и эквивалентный слой основания в соответствии с формулой (Ж. 1.1-1) и формулой (Ж. 1.1-2). Для дорожного покрытия, использующего слой основания укрепленного битумным вяжущим, преобразовать в эквивалентную асфальтобетонную поверхность. В случае более чем 2 слоев должно проводиться к однослойной с использованием формул (Ж. 1.1-1) и (Ж. 1.1-2) повторно, упрощаются до трёхслойной конструкции дорожной одежды, состоящей из эквивалентного асфальтобетонного слоя, эквивалентного слоя основания и земляного полотна.

$$h_i^* = h_{i,1} + h_{i,2} \quad (\text{Ж.1.1-1})$$

$$E_i^* = \frac{E_{i,1}h_{i,1}^3 + E_{i,2}h_{i,2}^3}{(h_{i,1} + h_{i,2})^3} + \frac{3}{h_{i,1} + h_{i,2}} \left(\frac{1}{E_{i,1}h_{i,1}} + \frac{1}{E_{i,2}h_{i,2}} \right)^{-1} \quad (\text{Ж.1.1-2})$$

где h_i^* , E_i^* — эквивалентная толщина слоя (мм) и модуль (МПа) соответственно, нижний индекс $i=a$ -асфальтобетонный слой, $i=b$ - слой основания.

Ж. 1.2 Повреждение номинальной конструкции дорожной одежды в различных температурных условиях преобразуется в эквивалентное повреждение в условиях стандартной температуры (20° С) учитывая поправочный коэффициент температуры

номинальной конструкции дорожной одежды. Поправочные коэффициенты температуры номинальной конструкции дорожной одежды для различных расчетных показателей конструкции дорожной одежды в некоторых районах можно получить, обратившись к таблице Ж. 1. 2. Поправочные коэффициенты температуры номинальной конструкции дорожной одежды в других областях может быть принят в соответствии со значением коэффициента области с аналогичными температурными условиями, а данные о температуре должны быть средним значением для 10 последующих лет.

Таблица Ж. 1. 2 Статистика температуры различных мест и соответствующий поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура номинальной конструкции дорожной одежды

Место	Провинция (автономный район, муниципалитет)	Средняя температура самого жаркого месяца (°C)	Средняя температура самого холодного месяца (°C)	Среднегодовая температура (°C)	Поправочный коэффициент температуры		Базовая эквивалентная температура (°C)
					Остаточная деформация асфальтобетона, напряжение растяжения в нижней части слоя материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	Вертикальная сжимающая деформация на поверхности земляного полотна	
Пекин	Пекин	26,9	-2,7	13,1	1,23	1,09	20,1
Цзинань	Шаньдун	28,0	0,2	15,1	1,32	1,17	21,8
Жичжао	Шаньдун	26,0	-2,0	12,7	1,21	1,06	19,4
Тайюань	Шаньси	23,9	-5,2	10,5	1,12	0,98	17,3
Датун	Шаньси	22,5	-10,4	7,5	1,01	0,89	15,0
Хоума	Шаньси	26,8	-2,3	13,0	1,23	1,08	19,9
Сиань	Шэньси	27,5	0,1	14,3	1,28	1,13	20,9
Яньань	Шэньси	23,9	-5,3	10,5	1,12	0,98	17,3
Анькан	Шэньси	27,3	3,7	15,9	1,35	1,19	21,7
Шанхай	Шанхай	28,0	4,7	16,7	1,38	1,23	22,5
Тяньцзинь	Тяньцзинь	26,9	-3,4	12,8	1,22	1,08	20,0
Чунцин	Чунцин	28,3	7,8	18,4	1,46	1,31	23,6
Тайчжоу	Чжэцзян	27,7	6,9	17,5	1,42	1,26	22,8
Ханчжоу	Чжэцзян	28,4	4,5	16,9	1,40	1,25	22,8
Хэфэй	Аньхуй	28,5	2,9	16,3	1,37	1,22	22,6

Таблица Ж.1.2

Место	Провинция (автономный район, муниципалитет)	Средняя температура самого жаркого месяца (°С)	Средняя температура самого холодного месяца (°С)	Среднегодовая температура (°С)	Поправочный коэффициент температуры		Базовая эквивалентная температура (°С)
					Остаточная деформация асфальтобетона, напряжение растяжения в нижней части слоя материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	Вертикальная сжимающая деформация на поверхности земляного полотна	
Хуаншань	Аньхуй	27,5	4,4	16,6	1,38	1,23	22,3
Фучжоу	Фуцзянь	28,9	11,3	20,2	1,55	1,40	24,9
Цзяньоу	Фуцзянь	28,2	8,9	19,1	1,49	1,35	24,1
Дуньхуан	Ганьсу	25,1	-8,0	9,9	1,10	0,97	17,6
Ланьчжоу	Ганьсу	22,9	-4,7	10,5	1,12	0,98	17,0
Цзюцюань Ганьсу	Цзюцюань Ганьсу	22,2	-9,1	7,8	1,02	0,90	15,0
Гуанчжоу	Гуандун	28,7	14,0	22,4	1,66	1,52	26,5
Шаньтоу	Гуандун	28,6	14,4	22,1	1,64	1,50	26,1
Шаогуань	Гуандун	28,5	10,3	20,4	1,56	1,42	25,2
Хэюань	Гуандун	28,4	13,1	21,9	1,63	1,49	26,1
Ляньчжоу	Гуандун	27,6	11,0	20,3	1,55	1,40	24,8
Наньнин	Гуанси	28,4	13,2	22,1	1,64	1,51	26,3
Гуйлинь	Гуанси	28,0	8,1	19,1	1,49	1,35	24,2
Гуйян	Гуйчжоу	23,7	4,7	15,3	1,31	1,15	20,1
Чжэнчжоу	Хэнань	27,4	0,6	14,7	1,30	1,15	21,2
Наньян	Хэнань	27,3	1,7	15,2	1,32	1,17	21,4
Гуши	Хэнань	28,1	2,6	16,0	1,36	1,21	22,3
Хэйхэ	Хэйлунцзян	21,5	-22,5	1,0	0,80	0,77	10,7
Мохэ	Хэйлунцзян	18,6	-28,7	-3,9	0,67	0,73	6,4
Цицикар	Хэйлунцзян	23,0	-19,7	3,5	0,88	0,81	13,0
Шэньян	Ляонин	24,9	-11,2	8,6	1,06	0,94	16,9
Далянь	Ляонин	24,8	-3,2	11,6	1,16	1,02	18,2
Чаоян	Ляонин	25,4	-8,7	9,8	1,10	0,97	17,7
Эрляньхот	Внутренняя Монголия	24,	-17,7	4,8	0,92	0,84	14,2

Таблица Ж.1.2

Место	Провинция (автономный район, муниципалитет)	Средняя температура самого жаркого месяца (°C)	Средняя температура самого холодного месяца (°C)	Среднегодовая температура (°C)	Поправочный коэффициент температуры		Базовая эквивалентная температура (°C)
					Остаточная деформация асфальтобетона, напряжение растяжения в нижней части слоя материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	Вертикальная сжимающая деформация на поверхности земляного полотна	
Доншэн	Внутренняя Монголия	21,7	-10,1	6,9	0,98	0,87	14,2
Эцзинаци	Внутренняя Монголия	27,4	-10,3	9,5	1,10	0,97	18,2
Хайлар	Внутренняя Монголия	20,5	-24,1	0,0	0,77	0,76	9,8
Кэюцяньци	Внутренняя Монголия	20,8	-16,7	3,0	0,86	0,79	11,4
Тунляо	Внутренняя Монголия	24,3	-12,5	7,3	1,01	0,90	15,7
Силиньхот	Внутренняя Монголия	21,5	-18,5	3,3	0,87	0,80	12,2
Шицзячжуан	Хэбэй	26,9	-2,4	13,3	1,24	1,10	20,3
Чэндэ	Хэбэй	24,4	-9,1	9,1	1,07	0,95	16,8
Ханьдань	Хэбэй	26,9	-2,3	13,5	1,25	1,10	20,5
Ухань	Хубэй	28,9	4,2	17,2	1,41	1,27	23,3
Ичан	Хубэй	27,5	5,0	17,1	1,40	1,25	22,7
Чанша	Хунань	28,5	5,0	17,2	1,41	1,26	23,1
Чаннин	Хунань	29,1	6,0	18,1	1,45	1,31	23,9
Сянси	Хунань	27,2	5,3	16,9	1,39	1,24	22,4
Чанчунь	Цзилинь	23,6	-14,5	6,3	0,97	0,87	14,9
Яньцзи	Цзилинь	22,2	-13,1	5,9	0,95	0,86	13,9
Нанкин	Цзянсу	28,1	2,6	15,9	1,35	1,20	22,1
Наньтун	Цзянсу	26,8	3,6	15,5	1,33	1,17	21,2
Наньчан	Цзянси	28,8	5,5	18,0	1,45	1,30	23,8

Таблица Ж.1.2

Место	Провинция (автономный район, муниципалитет)	Средняя температура самого жаркого месяца (°С)	Средняя температура самого холодного месяца (°С)	Среднегодовая температура (°С)	Поправочный коэффициент температуры		Базовая эквивалентная температура (°С)
					Остаточная деформация асфальтобетона, напряжение растяжения в нижней части слоя материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	Вертикальная сжимающая деформация на поверхности земляного полотна	
Ганьчжоу	Цзянси	29,1	8,3	19,6	1,52	1,38	25,0
Иньчуань	Нинся	23,8	-7,5	9,5	1,08	0,95	16,8
Гуюань	Нинся	19,6	-7,9	6,9	0,97	0,86	13,2
Синин	Цинхай	17,3	-7,8	6,1	0,94	0,84	11,9
Хайбэй	Цинхай	11,3	-13,6	0,0	0,74	0,74	5,5
Гээрму	Цинхай	18,2	-8,9	5,7	0,93	0,83	11,9
Юйшу	Цинхай	12,9	-8,0	3,5	0,85	0,78	8,2
Голо	Цинхай	9,9	-12,9	-0,3	0,73	0,74	4,7
Чэнду	Сычуань	25,5	5,8	16,5	1,37	1,21	21,5
Эмэйшан	Сычуань	11,7	-5,8	3,4	0,84	0,77	7,4
Префектура Ганьцзы	Сычуань	13,9	-4,6	5,7	0,92	0,82	10,0
Префектура Аба	Сычуань	11,0	-10,0	1,7	0,79	0,75	6,4
Лучжоу	Сычуань	27,0	7,6	17,9	1,43	1,28	22,9
Мяньян	Сычуань	26,2	5,5	16,7	1,38	1,22	21,9
Паньчжихуа	Сычуань	26,4	12,8	20,8	1,57	1,42	24,6
Лхаса	Тибет	16,2	-0,9	8,4	1,01	0,88	12,5
Аксу	Синьцзян	24,2	-7,7	10,6	1,13	0,99	18,0
Алтай	Синьцзян	22,0	-15,4	5,0	0,92	0,84	13,4
Хами	Синьцзян	26,3	-10,0	10,1	1,12	0,99	18,5
Хэтянь	Синьцзян	25,7	-4,1	12,9	1,22	1,08	20,0
Кашгар	Синьцзян	25,4	-5,0	11,9	1,18	1,04	19,1
Жоцян	Синьцзян	27,9	-7,2	12,0	1,19	1,06	20,2
Тачэн	Синьцзян	23,3	-10,0	7,7	1,02	0,90	15,3
Турфан	Синьцзян	32,3	-6,4	15,0	1,34	1,21	24,1
Урумчи	Синьцзян	23,9	-12,4	7,4	1,01	0,90	15,7

Таблица Ж.1.2

Место	Провинция (автономный район, муниципалитет)	Средняя температура самого жаркого месяца (°C)	Средняя температура самого холодного месяца (°C)	Среднегодовая температура (°C)	Поправочный коэффициент температуры		Базовая эквивалентная температура (°C)
					Остаточная деформация асфальтобетона, напряжение растяжения в нижней части слоя материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	Вертикальная сжимающая деформация на поверхности земляного полотна	
Янки	Синьцзян	23,4	-11,0	8,9	1,06	0,94	16,8
Инин	Синьцзян	23,4	-8,3	9,4	1,08	0,95	16,8
Куньмин	Юньнань	20,3	8,9	15,6	1,30	1,13	18,7
Тенчун	Юньнань	19,9	8,5	15,4	1,29	1,12	18,5
Мэнцзы	Юньнань	23,2	12,7	18,8	1,46	1,29	21,9
Лицзян	Юньнань	18,7	6,2	12,8	1,18	1,02	16,1
Цзинхун	Юньнань	26,3	17,2	22,7	1,66	1,51	25,6
Хайкоу	Хайнань	28,9	18,4	24,6	1,77	1,65	27,9
Санья	Хайнань	29,1	22,0	26,2	1,85	1,74	28,8
Сиша	Хайнань	29,3	23,6	27,0	1,89	1,79	29,3

Ж. 1.3 Поправочный коэффициент температуры конструкции дорожной одежды рассчитывается в соответствии с формулой (Ж. 1.3-1) – (Ж. 1.3-15).

$$k_{Ti} = A_h A_E \widehat{k}_{Ti}^{1+B_h+B_E} \quad (\text{Ж.1.3-1})$$

где k_{Ti} — поправочный коэффициент температуры; Нижний индекс $i=1$ соответствует анализу усталостной трещины слоя асфальтобетона, $i=2$ соответствует анализу усталостной трещины слоя, укрепленного неорганическими вяжущими, а $i=3$ соответствует анализу деформации вертикального сжатия на поверхности земляного полотна;

\widehat{k}_{Ti} — поправочный коэффициент температуры базовой конструкции дорожной одежды, должен быть приниматься в соответствии с таблицей Ж. 1.2 в зависимости от места положения;

A_h, B_h, A_E, B_E — функции, связанные с поверхностным слоем, толщиной основания и модулем, рассчитываются по формуле (Ж. 1.3 - 2) - (Ж. 1.3 - 13); Усталостное

трещинообразование асфальтобетонного слоя.

$$A_E = 0.76(\lambda_E)^{0.09} \quad (\text{Ж.1.3-2})$$

$$A_h = 1.14(\lambda_h)^{0.17} \quad (\text{Ж.1.3-3})$$

$$B_E = 0.14 \ln(\lambda_E/20) \quad (\text{Ж.1.3-4})$$

$$B_h = 0.23 \ln(\lambda_h/0.45) \quad (\text{Ж.1.3-5})$$

Усталостная трещина слоя, укрепленного неорганическими вяжущими.

$$A_E = 0.10\lambda_E + 0.89 \quad (\text{Ж.1.3-6})$$

$$A_h = 0.73\lambda_h + 0.67 \quad (\text{Ж.1.3-7})$$

$$B_E = 0.15 \ln(\lambda_E/1.14) \quad (\text{Ж.1.3-8})$$

$$B_h = 0.44 \ln(\lambda_h/0.45) \quad (\text{Ж.1.3-9})$$

Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна.

$$A_E = 0.006\lambda_E + 0.89 \quad (\text{Ж.1.3-10})$$

$$A_h = 0.67\lambda_h + 0.70 \quad (\text{Ж.1.3-11})$$

$$B_E = 0.12 \ln(\lambda_E/20) \quad (\text{Ж.1.3-12})$$

$$B_h = 0.38 \ln(\lambda_h/0.45) \quad (\text{Ж.1.3-13})$$

λ_E — отношение эквивалентного модуля поверхностного слоя к основному слою, рассчитываемое по формуле (Ж.1.3-14).

$$\lambda_E = E_a^*/E_b^* \quad (\text{Ж.1.3-14})$$

λ_h — отношение эквивалентной толщины поверхностного слоя к основному слою рассчитывают по формуле (Ж.1.3-15).

$$\lambda_h = h_a^*/h_b^* \quad (\text{Ж.1.3-15})$$

Ж. 2 Эквивалентная температура

Ж. 2.1 При анализе остаточной деформации асфальтобетонного слоя эквивалентную температуру следует рассчитывать по формуле (Ж. 2. 1).

$$T_{\text{ref}} = T_{\xi} + 0.016h_a \quad (\text{Ж.2.1})$$

где T_{ref} — эквивалентная температура асфальтобетонного слоя ($^{\circ}\text{C}$)

h_a — толщина асфальтобетонного слоя (мм);

T_{ξ} — базовая эквивалентная температура, полученная с помощью таблицы Ж.1.2.

Объяснение терминов, используемых в настоящих правилах

1 В настоящих правилах требования к употреблению слов очень строгие, также применяются следующие типы выражений.

1) Когда выражаются очень строгие требования или требования, обязательные к исполнению, в качестве положительного слова употребляется « обязательно должен» или «необходимо», а в качестве отрицательного слова - соответствующая форма «запрещено».

2) Когда выражаются строгие требования, в качестве положительного слова употребляется слово «следует» или «должен», а в качестве отрицательного слова - «не должен» или «нельзя».

3) При наличии небольшой возможности выбора, в качестве положительного слова употребляется слово «рекомендуется», а в качестве отрицательного слова - «не рекомендуется».

4) При наличии выбора при определенных условиях применяется слово «можно» или «допускается».

2 При использовании ссылки в соответствующих правилах применяются следующие типы выражений.

1) В основных положениях правил, при выражении отношения с соответствующим стандартом употребляется “следует соответствовать требованиям настоящих правил, также следует удовлетворять требованиям действующих соответствующих государственных и отраслевых правил”.

2) В тексте правил и других требований, если цитированные правила является

государственным или отраслевым стандартом, употребляется “следует соответствовать требованиям «xxxxxx» (xxx)”.

3) При цитировании других требований в настоящих правилах употребляется “следует соответствовать требованиям главы × настоящих правил”, “следует соответствовать требованиям раздела × настоящих правил”, “следует соответствовать требованиям раздела × настоящих правил” или “следует осуществлять по требованиям раздела × настоящих правил”.

交通运输部信息公开
浏览专用

Приложение

**ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОВЫХ
ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

(JTG D50—2017)

ОБЪЯСНЕНИЕ ТЕКСТА

交通运输部信息中心
浏览专用

1

Общие положения

1.0.6 Особые грунтовые или климатические характеристики пустынь, набухающих грунтов и засоленных грунтов предъявляют особые требования к дорожным одеждам и дополняются требованиями к эксплуатационным характеристикам обычных дорожных одежд при их проектировании.

交通运输部信息
浏览专用

3

Стандарт на проектирование

3.0.2 Значения, приведенные в таблице 3.0.2, являются минимальными к расчётному сроку службы новой построенной конструкции дорожной одежды. Для проектов расширения обычно требуется, чтобы покрытие после ремонта имело такой же расчётный срок службы, как и новое покрытие в части расширения. Для проектов реконструкции с конструктивным усилением в период эксплуатации сложнее определить расчётный срок службы конструкции дорожной одежды. Можно считать, что дорожная одежда после усиления достигает расчётного срока службы существующей дорожной одежды, а расчётный срок службы реконструируемой дорожной одежды в это время равен оставшемуся расчётному сроку службы существующего дорожной одежды; Также можно рассмотреть вопрос о продлении расчётного срока службы существующей дорожной одежды за счёт реконструкции, в этом случае расчётный срок службы реконструированной дорожной одежды равен оставшемуся сроку службы существующей дорожной одежды, плюс увеличенный срок службы.

3.0.3 В исходном правиле в качестве расчётной нагрузки на ось (стандартная нагрузка на ось) была принята нагрузка одноосно-двойной колёсной пары с нагрузкой на ось 100 кН. В 2011 году анализ данных о нагрузке на ось в более чем десяти провинциях Китая показал, что доля грузовиков, перегруженных более чем на 30% на автомагистралей, в основном была ниже 10%, а доля грузовиков, перегруженных более чем на 50%, была в основном ниже 5%. Кроме того, через преобразование нагрузки на ось можно в определенной степени учитывать влияние частичной перегрузки на повреждение дороги. Таким образом, расчётная нагрузка на ось в этом правиле остается неизменной.

3.0.4 В дополнение к совокупному количеству эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось к исходному правилу была добавлена классификация транспортных нагрузок, которая была разделена на четыре категории транспортных нагрузок на основе совокупного количества действия эквивалентной проектной нагрузки на ось и

среднесуточного объёма движения грузовиков в качестве показателя.

В настоящих правилах используются несколько проектных показателей, а в разных проектных показателях используются разные параметры преобразования нагрузки на ось, чтобы соответствовать разным совокупным количествам эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось. Если совокупное количество эквивалентных воздействий проектной нагрузки на ось используется для классификации уровня транспортной нагрузки, необходимо предложить стандарт разделения для каждого расчётного индекса, что неудобно для применения. Кроме того, разные категории дорог имеют разный расчётный срок службы, и среднесуточный объём движения не может отражать совокупный объём движения в течение расчётного срока службы. Таким образом, это правило разделяет классы транспортных нагрузок на основе суммы накопленного объёма перевозок больших автобусов и грузовых автомобилей в течение проектного срока службы.

Принимая во внимание особенности грузовых потоков, таких как дороги для контейнерных перевозок и дороги для транспортировки угля, с точки зрения осевой нагрузки, состава движения и т. д., на основе четырёх уровней транспортной нагрузки к исходным правилам был добавлен уровень сверх тяжёлой транспортной нагрузки.

3.0.5 Исходные правила использовали прогиб дорожной одежды в качестве основного конструктивного показателя. На фоне лёгкой транспортной нагрузки, небольшого объёма движения, тонкой толщины слоёв дорожной одежды и одинарной конструкции на ранней стадии, прогиб дорожной одежды может лучше отражать несущую способность дорожной одежды и контролировать остаточную деформацию земляного полотна, что подходит в качестве расчётного показателя. С увеличением толщины слоя конструкций дорожной одежды и разнообразием комбинаций конструкций постепенно проявляются недостатки прогиба дорожной одежды как расчётного показателя. Различные типы конструкций дорожной одежды, конструкции дорожной одежды с большими значениями прогиба не обязательно имеют более короткий срок службы или худшие характеристики, чем конструкции с меньшими значениями прогиба. Следовательно, значение прогиба нельзя использовать в качестве основы для оценки характеристик различных конструкций дорожных одежд. Кроме того, с увеличением количества слоёв дорожной одежды и комбинаций материалов, формы деформаций и разрушений дорожной одежды становятся все более разнообразными. В связи с разнообразием типов конструкций дорожных одежд и сложностью факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики дорожных одежд, необходимо увеличить соответствующие расчётные показатели для охвата различных основных деформаций и разрушений.

В настоящих правилах используются пять отдельных расчётных показателей для

контроля соответствующих повреждений дорожных одежд. Модель прогнозирования усталостного трещинообразования асфальтобетонного слоя и слоя укрепленного неорганическими вяжущими из исходных правил была пересмотрена и были добавлены три новых показателя: остаточная деформация асфальтобетонного слоя, вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна и индекс низкотемпературного растрескивания дорожного покрытия. Индекс низкотемпературного растрескивания подходит для района с сезонно-мёрзлыми грунтами.

3.0.6 Комплексный «Стандарт Оценки Технического Состояния Автомобильных Дорог» (JTG H20-2007), метод проектирования дорожного покрытия Shell, метод проектирования дорожного покрытия Американской Ассоциации асфальтобетона (AI) и руководство по эмпирическому проектированию дорожного покрытия American Mechanics (MEPDG) и так далее, в настоящих правилах приведены требования к остаточной деформации асфальтобетонного слоя, перечисленные в таблице 3.0.6-1.

Рассчитанные согласно Приложению Б.3 и указанные в Таблице 3.0.6-1 значения остаточной деформации асфальтобетонного слоя. Колейность дорожного покрытия включает остаточные деформации асфальтобетонного слоя, других структурных слоёв и остаточные деформации земляного полотна. Для асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания, цементобетонным основанием и нижним слоем основания в качестве материалов, укрепленных неорганическим вяжущим, слой, укрепленный неорганическим вяжущим, цементобетонный слой и земляное полотно не могут считаться имеющими остаточную деформацию. Колейность дороги в основном вызвана остаточной деформацией асфальтобетонного слоя, поэтому допустимая остаточная деформация асфальтобетонного слоя равна допустимой глубине колеи дорожного покрытия. Для других конструкций, включая основание из зернистых материалов и асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания в качестве зернистых материалов, колейность покрытия включает не только остаточную деформацию слоя асфальтобетонной смеси, но и остаточную деформацию зернистого слоя и земляного полотна. Поэтому допустимая остаточная деформация асфальтобетонного слоя этих конструкций меньше допустимой глубины колеи дорожного покрытия.

Требования к индексу низкотемпературной трещиностойкости, указанные в таблице 3.0.6-2, являются критериями сдачи - приёмки при завершении работы покрытия, и включают только трещины, вызванные низкотемпературным усадочным растрескиванием покрытия, исключая отражающие трещины и продольные трещины.

4 Проектирование конструкций дорожной одежды

4.1 Общие положения

4.1.1 Механические характеристики, функциональные характеристики, закон распада долгосрочных характеристик и характер повреждения различных конструкционных слоев дорожной одежды весьма различны, и эти характеристики необходимо учитывать при конструировании дорожной одежды.

Комплексная конструкция земляного полотна и дорожной одежды требует, чтобы земляное полотно имело достаточную несущую способность и требуемое сухое и влажное состояние, чтобы сочетание конструкции дорожной одежды можно было адаптировать к несущей способности земляного полотна, условиям увлажнения и типам грунтов.

Экономически рационально в полном жизненном цикле означает, что при рассмотрении первоначальной себестоимости строительства следует также учитывать затраты на техническое обслуживание и ремонт, которые необходимо инвестировать в течение проектного срока службы. На этой основе выбирается экономичная и рациональная схема конструкции дорожной одежды на весь жизненный цикл.

4.1.2 В Китае, конструкция дорожной одежды обычно делится на слой покрытия, слой основания, нижний слой основания, подстилающий слой. Первоначальный стандарт наделял подстилающий слой различными функциями, включая повышение модуля упругости на поверхности земляного полотна, защиту от замерзания и дренаж. При различных функциях, требования к толщине и материалу каждого функционального слоя в определенной степени различаются. Неспособность их различать может привести к путанице в конструкции и применении. Настоящие правила различают различные функциональные слои.

Для увеличения модуля упругости на поверхности земляного полотна или улучшения состояния влажности земляного полотна укладывают зернистый слой или слой материала укрепленного неорганическими вяжущими. Если он включен в конструкцию дорожной одежды, то можно удовлетворить основные требования к земляному полотну, при этом в США и Европе этот слой относят к земляному полотну. Настоящие правила опираются на практику и классифицирует его как земляное полотно, который называется слоем улучшения земляного полотна. Функциональные слои, расположенные в нижней части конструкции дорожной одежды и играющие роль защиты от мороза и дренажа, относятся к части конструкции дорожной одежды и называются соответственно морозозащитным слоем и дренажным слоем.

4.1.3 Повреждение конструкции дорожной одежды, вызванное усталостью, относится к усталостным трещинам, вызванным изгибом и растяжением нижних слоев конструкции под действием транспортных нагрузок. При деформациях и разрушениях слоя покрытия, таких как колея, недостаточные сцепные свойства, поперечные трещины, функции дорожной одежды могут быть восстановлены путём ремонта слоя покрытия, поэтому предусмотрено, что слой покрытия может быть отремонтирован в течение расчётного срока службы.

4.2 Конструкция дорожной одежды

4.2.1~4.2.3 При выборе комбинации конструкции дорожной одежды необходимо полностью учитывать свойства материала и структурные свойства, основные типы повреждений и закон деградации долгосрочных характеристик к различным комбинациям конструкции дорожной одежды. Основные типы повреждений асфальтобетонных покрытий с различными конструктивными комбинациями показаны в Таблице 4-1.

Асфальтобетонное покрытие на основании укрепленном неорганическим вяжущим, имеет высокую несущую способность и подходит для различных уровней транспортной нагрузки. Основными повреждениями являются появление усталостных трещин слоя укрепленного неорганическими вяжущими и поверхностные отраженные трещины. После проникновения поверхностных вод в отраженные трещины легко вызвать повреждения, такие как попадание пыли и грязи и образование пустот в слое основания. Использование нижнего слоя основания из зернистых материалов или зернистый слой для улучшающий слой земляного полотна зернистым материалом может уменьшить количество грязи и пустот в месте отраженной трещины.

Таблица 4-1 Основные типы повреждений асфальтобетонного покрытия

Тип конструкции	Асфальтобетонное покрытие на основании из зернистых материалов, асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с зернистым нижним слоем основания			Асфальтобетонное покрытие на основании, укрепленном неорганическим вяжущим, асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания укрепленным неорганическими вяжущими	
Толщина слоя асфальтобетонной смеси (мм)	≥150	150~50	≤50	≥150	<150
Основной тип повреждений	Остаточная деформация слоя асфальтобетона, усталостная трещиностойкость асфальтобетона	Остаточная деформация слоя асфальтобетона, усталостная трещиностойкость асфальтобетона	Колея	Колея, усталостная трещиностойкость основания, отраженная трещина слоя покрытия	Усталостная трещиностойкость основания, трещиностойкость слоя асфальтобетонного покрытия
Сезонно - замороженная зона	Низкотемпературная трещиностойкость слоя покрытия				

На асфальтобетонном покрытии с зернистым основанием нет проблем с отраженными трещинами, но оно подвергается большему воздействию изгиба и растяжения, а усталость асфальтобетонного покрытия является основным показателем повреждения. Кроме того, такие асфальтобетонные покрытия требуют внимания к проблеме колеобразования, остаточная деформация слоя может быть также в зернистом материале или земляном полотне.

Асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими подходит для различных уровней транспортной нагрузки. Когда в качестве нижнего слоя основания используется материалы, укрепленные неорганическим вяжущим, его характеристики аналогичны асфальтобетонному покрытию на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими. Поскольку слой асфальтобетона больше, несущая способность дорожной одежды выше и имеет лучшую способность задерживать появление отраженных трещин. Когда нижний слой основания устроен из зернистого материала, характеристики аналогичны характеристикам асфальтобетонного

покрытия с зернистым основанием.

Асфальтобетонное покрытие на цементобетонном основании имеет высокую несущую способность и подходит для автомобильных дорог с тяжёлой и более высокой транспортной нагрузкой. Помимо обычных повреждений цементобетонного покрытия, основными повреждениями этого типа дорожной одежды являются отражённые трещины асфальтобетонного слоя в местах стыков цементобетонных плит и остаточные деформации асфальтобетонного покрытия.

4.2.5 В дождливых районах, основание, укреплённое неорганическими вяжущими и цементобетонное основание асфальтобетонного покрытия склонны превращаться в пустоты после отражённых трещин на дорожной одежде, тем самым ускоряя ухудшение состояния дорожной одежды. Необходимо принять такие меры, как укладка зернистого дренирующего слоя или укладка зернистого слоя для улучшения земляного полотна под основание, укреплённое неорганическими вяжущими, или цементобетонное основание, чтобы уменьшить повреждение пустотами.

4.2.6 Отражающие трещины являются распространённым повреждением асфальтобетонного покрытия на основании, укреплённом неорганическими вяжущими. Выбор укреплённых неорганическими вяжущими материалов с хорошей трещиностойкостью, увеличение толщины асфальтобетонного слоя и создание функционального слоя, который поглощает напряжение или усиливает, может действовать так, чтобы уменьшить или задержать отражающие трещины.

4.3 Земляное полотно

4.3.4 Типы увлажнения земляного полотна делятся на три категории в зависимости от глубины критического уровня воды, на которую влияют грунтовые воды или долговременные поверхностные воды, а также в зависимости от источника влажности в рабочей зоне земляного полотна: мокрый – контролируется грунтовыми водами, сухой – климатическими факторами, а средневлажный тип – влияет как на грунтовые воды так и на климатические факторы.

4.4 Верхний и нижний слой основания

4.4.3 В последние годы инженерная практика регенерации показала, что холодная

переработанная асфальтобетонная смесь может повторно использоваться (или переработка на месте) для существующих материалов после фрезерования дорожного покрытия, а её характеристики могут соответствовать требованиям для слоя основания или слоя нижнего основания с различными уровнями транспортной нагрузки. Горячая регенерированная асфальтобетонная смесь, изготовленная в условиях АБЗ, имеет в основном те же дорожные характеристики, что и асфальтобетонная смесь, приготовленная на новых материалах, её стоимость изготовления больше чем у холодной регенерированной смеси. При использовании в качестве основания рекомендуется для дорог с тяжёлой транспортной нагрузкой и выше.

4.4.4 Для уменьшения или замедления появления отражённых трещин между слоем укрепленным неорганическим вяжущим и слоем укрепленным битумными вяжущим может быть уложен слой из фракционированного щебня, пористый или высокопористый слой из чёрного щебня. После устройства слоя из фракционированного щебня необходимо проверить срок службы до образования усталостной трещины асфальтобетонного слоя.

4.5 Покрытие

4.5.3 Слой покрытия из высокопористой асфальтобетонной смеси обладает дренажной способностью, а осадки отводятся по верхней поверхности нижнего слоя. Нижний слой, как правило, представляет собой среднезернистую или крупнозернистую асфальтобетонную смесь, которая имеет плохую водонепроницаемость. Во избежание повреждения нижнего слоя водой предусмотрено, что гидроизоляционный слой должен быть уложен под высокопористым слоем покрытия.

4.5.4 Для обеспечения уплотнения смеси и снижения температурной и зерновой сегрегации устанавливаются минимальное соотношение толщины асфальтобетонного слоя к максимальному размеру зёрен щебня и минимальной толщиной слоя с разной крупностью минеральных зёрен.

4.6 Функциональный слой

4.6.2 Устройство дренажного слоя из зернистых материалов, который может выполнять

функцию дренажа. Он предназначен с одной стороны избегать влажное земляное полотно или поровые воды, подземными капиллярными водами и т. д., которые влияют на типы увлажнения земляного полотна. Также, вода внутри дорожной одежды должна быть удалена своевременно, чтобы избежать инфильтрацию в земляное полотно.

4.6.3 Учитывая, что холодный ресайклинг более чувствителен к повреждению водой, предусмотрено, что между конструкционным слоем устроенным по технологии холодного ресайклинга и асфальтобетонным слоем должен быть уложен герметизирующий слой.

4.6.4 Сверх тяжёлые, особо тяжёлые и тяжёлые транспортные нагрузки предъявляют более высокие требования к прочности межслойного сцепления, поэтому оговаривается использование модифицированной битумной эмульсии, дорожного нефтяного битума или связующего слоя на основе модифицированного битума. Из-за различий в свойствах материала между цементобетонной плитой и асфальтобетонным покрытием трудно сформировать эффективное сцепление, поэтому необходимо использовать связующий слой из модифицированного битума.

4.6.5 Материал связующего слоя, поглощающий напряжение, должен обладать хорошей пластичностью и прочностью сцепления, резинобитум часто используется в проекте. В последние годы оборудование для производства резинобитума становится всё более и более популярным, что обеспечивает удобство применения нанесения резинобитумного слоя, поглощающего напряжения. Поэтому установлено, что вяжущим для слоя поглощающего напряжения из модифицированного битума должен быть резиновый битум.

4.8 Дорожный водоотвод

4.8.2 При устройстве слоя конструкции с функцией дренажа, для обеспечения своевременного отвода воды, поступающей на дорожную одежду, его ширина должна быть такой же как и земляное полотно, чтобы вода могла сбрасываться вдоль края земляного полотна; краевая дренажная система также может быть устроена для дренажа.

5 Требования свойств материалов и расчётные параметры

5.1 Общие положения

5.1.3 ~ 5.1.4 Настоящие правила скорректировали метод испытаний проектных параметров материалов дорожной одежды. Учитывая, что для соответствующих подразделений требуется процесс настройки испытательного оборудования и ознакомления с новым методом испытаний, он предусматривает различные уровни для определения параметров конструкции.

Уровень 1 определяет параметры материалов путём лабораторных испытаний, что требует определённых условий, оборудования и больших затрат на проектирование, поэтому он предназначен для стадии проектирования автомагистралей и автомобильных дорог I категории.

Уровень 2 использует существующую эмпирическую зависимость для определения расчётных параметров. В настоящее время только динамический модуль асфальтобетонной смеси имеет соответствующую эмпирическую зависимость.

Уровень 3 относится к типовым значениям, рекомендованным в настоящих правилах для определения параметров, и применим к каждому этапу проектирования автомобильных дорог II категории и ниже, а также к этапу предварительного проектирования автомагистралей и автомобильных дорог I категории.

5.2 Земляного полотна

5.2.2 Модуль упругости на поверхности земляного полотна относится к модулю упругости на поверхности земляного полотна в условиях равновесной влажности и с учётом воздействия типов увлажнения и циклов замораживания-оттаивания.

5.3 Зернистый материал

5.3.6 Помимо достаточной несущей способности (значение CBR, модуль), зернистый слой также должен обладать определённой гидрофобной способностью для выполнения своей дренажной функции, поэтому необходимо контролировать содержание зёрен щебня менее 0,075 мм в ЩПС.

Мелкий заполнитель - фракционированный щебень в основном используют мелкий материал (отсев дробления) карьера, а содержание зёрен размером менее 0,075 мм высокое. Когда трудно гарантировать содержание зёрен размером менее 0,075 мм в приготовленной смеси, можно добавить некоторое количество природного песка взамен отсева дробления для уменьшения содержания зёрен размером менее 0,075 мм.

5.3.7 Исследования показывают, что после завершения строительства влажность зернистого слоя постепенно снижается, достигает состояния равновесия влажности. Ссылаясь на Руководство по эмпирическому проектированию дорожной одежды (MEPDG) компании American Mechanics, вводится поправочный коэффициент влажности, чтобы отразить влияние состояния влажности на модуль, после того, как зернистый слой открыт для движения.

5.3.8 В проектных параметрах исходных правил учтены репрезентативные значения коэффициентов гарантийной ставки различных категорий автомобильных дорог. При построении соответствующей модели производительности в настоящих правилах принимается среднее значение расчётных параметров. Поэтому, оговаривается, что при определении параметров материала конструктивного слоя методом испытаний следует принимать среднее значение данных испытаний.

5.4 Материалы, укреплённые неорганическими вяжущими

5.4.2 Чрезмерное увеличение дозировки цемента вызовет усадку и растрескивание материалов, укреплённых неорганическими вяжущими, что приведет к увеличению отражающих трещин в дорожном покрытии, что необходимо строго контролировать.

5.4.4 В дополнение к учёту таких факторов, как категория автомобильной дороги, уровень транспортной нагрузки и структурный слой, прочность материалов, укреплённых неорганическими вяжущими, также должна учитывать влияние толщины структурного

слоя. Инженерный опыт и анализ конструкции дорожной одежды показывают, что при тонком слое из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими риск разрушения дорожной одежды из - за усталостных трещин значительно возрастает. Поэтому при наличии в конструкции дорожной одежды только 1-2 слоёв из материалов укрепленных неорганическими вяжущими необходимо использовать материалы, укрепленные неорганическими вяжущими с более высокой прочностью.

При условии соблюдения проектных требований следует соблюдать осторожность, чтобы не допустить слишком высокого предела прочности на сжатие материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, во избежание чрезмерных усадочных трещин и увеличения отражающих трещин на дорожном покрытии.

5. 4. 5 В темепроекта Исследование метода проектирования конструкций асфальтобетонного покрытия на основе нескольких показателей западной технологии транспортного строительства Министерство транспорта сравнивает модуль упругости при динамическом сжатии, модуль динамического изгиба, модуль упругости при сжатии европейского стандарта, методы испытаний, такие как модуль упругости при одноосном сжатии методом среднего сечения и методы испытаний, такие как модуль упругости метода на поверхности и другие методы испытаний, которые используются в исходных правилах. Анализ показывает, что результаты испытаний первых четырех методов близки, что может лучше отражать механические свойства материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, а операция испытания на одноосное сжатие по методу средней секции относительно проста. Поэтому в настоящих правилах этот метод (Приложение Д) используется в качестве стандартного метода испытаний модуля упругости материалов, укрепленных неорганическими вяжущими.

5. 4. 6 Тема проекта «Исследование метода проектирования конструкций асфальтобетонного покрытия на основе нескольких показателей» сравнивает модуль упругости материалов укрепленных неорганическими вяжущими в ходе испытаний в лаборатории и модуль структурного слоя, рассчитанный обратным расчётом с помощью измерения чаши прогиба FWD дефлектометром с падающим грузом. Первый примерно в два раза больше второго, поэтому вводится поправочный коэффициент модуля для согласования модуля упругости внутри помещения с модулем конструкционного слоя дорожной одежды.

5. 5 **Материалы, укрепленные битумными вяжущими**

5. 5. 4 В некоторых областях существует неправильное понимание выбора номинального максимального размера зёрен в смеси для слоя покрытия. На стойкость асфальтобетона к

колеобразованием гораздо больше влияет гранулометрический состав, количество битума и степень уплотнения, чем максимальный размер зёрен. На сцепные свойства в основном влияют гранулометрический состав, глубина текстуры и износостойкие характеристики заполнителя, и нет существенной корреляции с максимальным размером зёрен щебня. В то же время, чем больше максимальный размер зёрен, тем легче их сегрегировать при строительстве и тем больше риск локального повреждения водой. Таким образом, установлено, что максимальный размер зёрен асфальтобетонной смеси на слое покрытия не должен превышать 16,0 мм.

5.5.5 Критическая температура образования трещин может не только отражать кумулятивный эффект температурного напряжения дорожной одежды, но также отражать прочность на растяжение битума. Технический стандарт AASHTO PP42-07 использует этот показатель для оценки низкотемпературных характеристик модифицированного битума. Настоящие правила используют его в качестве дополнения к двум показателям низкотемпературных характеристик, жёсткости ползучести и наклону кривой ползучести, при реологических испытаниях асфальтобетонных балок на изгиб.

Критическая температура растрескивания была рассчитана с использованием результатов двух испытаний: реологического испытания балки битума на изгиб (*BBR*) и испытания на прямое растяжение (*DT*). Метод расчёта следующий: кривая $S(t)$ жёсткости ползучести и времени при различных температурах, измеренная с помощью теста *BBR*, используется для получения основной кривой жёсткости с использованием принципа эквивалентности время-температура. Затем жёсткость $S(t)$ преобразуется в податливость ползучести $D(t)$. Затем она далее преобразуется в модуль релаксации $E(t)$, и, наконец, по модулю релаксации вычисляются температурные напряжения при различных температурах; Кривые деформации при разрушении и прочности при разрушении битума при различных температурах были проверены с помощью испытания *DT*. Температура, соответствующая пересечению кривой температурного напряжения и кривой прочности на разрушение, представляет собой критическую температуру растрескивания битума T_{cr} . Используя программу, предоставленную испытательным прибором, можно автоматически сгенерировать кривую температурного напряжения и прочности на разрушение, а также получить T_{cr} .

5.5.8 ~ 5.5.9 определяют требования к прочности вдавливания штампа для асфальтобетона для предотвращения образования колеи на асфальтобетонных покрытиях. В рамках научно-технического проекта Министерства транспорта «Норматив нагрузки на асфальтобетонное покрытие» изучается модель связи между прочностью вдавливания штампа в асфальтобетон и остаточной деформацией асфальтобетонного слоя в различных климатических условиях, условиях движения и конструктивных условиях дорожной

одежды. На этой основе получена корреляционная формула для проверки прочности вдавливания штампа в асфальтобетон.

Уравнения (5.5.8-1) и (5.5.9-1) учитывают среднюю скорость транспортного средства. Когда существует большая разница между скоростью автомобиля и нормальным участком дороги, например длинным продольным уклоном, можно проверить и рассчитать прочность вдавливания штампа в асфальтобетон по формуле (5 - 1) и формуле (5 - 2). Формула (5 - 1) подходит для асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими и асфальтобетонного покрытия на основании из цементобетона; Формула (5-2) подходит для асфальтобетонного покрытия на основании из зернистых материалов и асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из зернистых материалов.

$$R_{rs} \geq \left(\frac{0.31 \lg N_{e5} - 0.38 \lg v_e}{\lg [R_a] - 1.31 \lg T_a - \lg \psi_s + 2.50} \right)^{1.86} \quad (5.1)$$

$$R_{rg} \geq \left(\frac{0.35 \lg N_{e5} - 0.65 \lg v_e}{\lg [R_a] - 1.62 \lg T_a - \lg \psi_g + 2.76} \right)^{1.38} \quad (5.2)$$

где v_e — средняя скорость грузовика (км/ч).

Значение других символов такое же, как в формуле (5.5.8-1) и формуле (5.5.9-1).

5.5.10 Недостаточная водоустойчивость является одним из основных видов повреждений на ранней стадии срока службы асфальтобетонного покрытия. Добавление в асфальтобетонную смесь гашёной извести, цемента или вещества, препятствующего расслоению, или обработка заполнителя насыщенной известковой водой может улучшить сцепление между заполнителем и битумом и улучшить водоустойчивость асфальтобетонной смеси.

5.5.11 В исходных правилах модуль упругости асфальтобетона при 15° С или 20° С на поверхности не может отражать зависимость модуля от температуры и времени нагружения. В настоящих правилах используется динамический модуль одноосного сжатия, и можно учитывать влияние двух вышеуказанных факторов. Температура может отражать климатические условия в разных регионах, а время загрузки может отражать влияние скорости движения и толщины асфальтобетонного слоя.

Время нагружения в эксперименте характеризуется частотой нагружения. В соответствии с распределением нагрузки транспортного средства по глубине дорожной

одежды, для определенной скорости движения, чем ближе к дорожной одежде, тем короче время загрузки и выше соответствующая частота; в противном случае, чем дольше время загрузки тем ниже частота. В сочетании с соответствующими зарубежными исследованиями настоящие правила предусматривают, что частота испытания асфальтобетона для покрытия составляет 10 Гц, а частота испытания асфальтобетона для основания составляет 5 Гц.

Температура испытания принимается равной 20 °С . При проверке и расчёте конструкции дорожной одежды влияние различных проектных индексов и температурных условий в разных регионах характеризуется поправочным коэффициентом температуры или эквивалентной температурой.

交通运输部信息中心
浏览专用

6 Расчёт и проверка конструкции дорожной одежды

6.1 Общие положения

6.1.2 После большого количества инженерных практик и обобщения результатов на многих участках, сформировалась относительно идеальная типичная конструкция дорожной одежды. Для проектов с низким классом и небольшой интенсивностью движения схема конструкции дорожной одежды может быть выбрана непосредственно в соответствии с местным опытом. Для дорог с высоким классом, интенсивным движением или типами конструкции дорожной одежды, которые обычно не используются на местном уровне, должен выполняться анализ и проверка характеристик в соответствии с этой спецификацией для обеспечения надёжности конструкции дорожной одежды.

6.2 Проектный параметр

6.2.1 В настоящих правилах были скорректированы проектные показатели и параметры, а проектные показатели увеличились по сравнению с исходной спецификацией.

6.3 Параметры транспорта, материалов и окружающей среды

6.3.2 При проверке конструкции дорожной одежды используется модуль слоя конструкции дорожной одежды, то есть модуль внутреннего испытания материала слоя конструкции умножается, на соответствующий поправочный коэффициент модуля.

Согласно корреляционному анализу между модулем различных материалов конструкционного слоя измеренным в лаборатории и полевым модулем конструкционного слоя, лабораторный модуль асфальтобетона аналогичен модулю конструкционного слоя. Модуль упругости материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, в лабораторных условиях примерно в два раза выше, чем у конструкционного слоя.

Для зернистых материалов используется модуль упругости в условиях равновесной влажности, то есть модуль упругости, испытанный в стандартных условиях, умноженный на поправочный коэффициент влажности. Определение поправочного коэффициента влажности должно соответствовать соответствующим положениям 5.3.7 настоящих правил.

Модуль упругости на поверхности земляного полотна должен регулироваться влажностью и уменьшаться под воздействием влажности, тип сухой - влажный и циклов замораживания - оттаивания. Определение поправочного коэффициента влажности и понижающего коэффициента воздействия потери, влажности и эффектов от заморзания и оттаивания должны соответствовать положениям действующего «Стандарта На Проектирование Земляного Полотна Автомобильных Дорог» (JTG D30).

6.3.3 Температура является важным внешним фактором, влияющим на эксплуатационные характеристики дорожной одежды. Согласно наблюдениям и анализу температуры дорожного покрытия и соответствующих метеорологических данных в Гуанчжоу, Нинбо, Датун, Хами, Цицикар, Чжэньцзян и Цзинань за один год. По одномерному дифференциальному уравнению в частных производных теплопроводности и функции теплового потока дорожного покрытия решается модель оценки поля температур дорожного покрытия и температуры дорожного покрытия, которая может быть использована для оценки значений температуры на разной глубине дорожной одежды. На основании изучения температурного поля дорожной одежды в настоящих правилах используется поправочный коэффициент температуры для характеристики влияния климатических условий в различных регионах на усталостное растрескивание конструктивного слоя дорожной одежды и вертикальную деформацию сжатия на поверхности земляного полотна, а также использует эквивалентную температуру, чтобы охарактеризовать влияние на остаточную деформацию асфальтобетонного слоя.

6.4 Схема расчёта и проверки конструкции дорожной одежды

6.4.2 Прогиб на поверхности земляного полотна и прогиб дорожного покрытия являются важными критериями приёмки земляного полотна и дорожного покрытия в Китае. Методы испытаний широко известны, а испытательное оборудование достаточно популярно. Поэтому, хотя прогиб больше не используется в качестве расчётного показателя, он до сих пор используется в качестве индикатора состояния земляного полотна и дорожной одежды.

7

Проектирование реконструкции

7.1 Общие положения

7.1.1 «Технические Условия Обслуживания Асфальтобетонных Покровов Автомобильных Дорог» (JTJ 073.2) и другие нормативные акты содержат положения о ежедневном и локальном обслуживании дорожной одежды. Настоящие правила в основном направлены на проектирование армирования при недостаточной прочности конструкции дорожной одежды.

7.1.2 После длительной эксплуатации дорожного покрытия существуют определённые различия в дорожных условиях на разных участках, и дорожные условия необходимо оценивать на участках и составлять план реконструкции при её проведении. Поскольку в проекте реконструкции дорожной одежды существует множество влияющих факторов, особенно оценка эффективности существующих слоёв конструкции дорожной одежды и оценка остаточного срока службы затруднены, проект реконструкции должен основываться на необходимых расчётах и анализе, а план реконструкции должен определяться на основе инженерного опыта.

7.1.3 Использование существующей дорожной одежды является важным содержанием проекта реконструкции. Чтобы избежать отходов, необходимо продемонстрировать и спроектировать в деталях, полностью использовать характеристики существующей конструкции дорожной одежды и сократить ненужные земляные работы или фрезерование; Извлечённые или фрезерованные материалы дорожной одежды следует активно и разумно перерабатывать, либо следует применять технологию переработки непосредственно на дороге.

7.1.4 Организация транспортного движения в проекте реконструкции дорожной одежды оказывает важное влияние на организацию строительства и безопасность

транспортного движения, поэтому необходимо хорошо поработать над проектированием организации дорожного движения и временных объектов безопасности в период строительства.

7.1.5 Из-за сложных условий работы существующей дорожной одежды трудно точно понять фактические дорожные условия каждого участка дороги при исследовании на этапе проектирования. На стадии реализации проекта имеются лучшие условия для исследования состояния дорог и необходимо детально исследовать и анализировать существующие дорожные условия по участкам. При отклонении натуральных дорожных условий от результатов исследования на стадии проектирования план реконструкции соответствующего участка необходимо откорректировать.

7.2 Обследование и анализ существующей дорожной одежды

7.2.1 Цель исследования существующей дорожной одежды состоит в том, чтобы оценить структурные свойства и свойства материала существующих конструктивных слоёв дорожной одежды, проанализировать причины появления повреждений дорожной одежды и предложить технические решения для их устранения или замедления развития. Из-за сложных технических условий существующей дорожной одежды трудно предложить единый метод обследования и оценки существующей дорожной одежды, применимый на различных участках. Поэтому в этой статье перечислены только основные элементы, которые должны быть включены в обследование дорожной одежды, а конкретные детали обследования должны быть определены в сочетании с конкретными условиями проекта.

7.2.2 Помимо показателей оценки состояния дорог в «Стандарте Оценки Технического Состояния Автомобильных Дорог» (JTG H20) и других стандартах, в проекте реконструкции необходимо дополнить целевые показатели оценки по таким факторам, как основные виды повреждения существующей дорожной одежды, например, расстояние между трещинами в дорожном покрытии, соотношение продольного растрескивания, соотношение сетки трещин, скорость ремонта и т.д. Соотношение продольной трещины представляет собой отношение длины продольной трещины к длине полосы движения, соотношение площади сетки трещин и соотношение площади ремонта относятся к проценту площади ограничивающего прямоугольника сетки трещин и ремонта соответственно к площади полосы движения. Вышеуказанные показатели нужно разделить на участки и полосы движения для статистики.

7.2.3 Причина, уровень, степень повреждения, тенденция развития и наличие повреждения дорожной одежды являются важной основой для определения плана

ремонта существующей дорожной одежды. Необходимо систематически анализировать причины и тенденции развития конкретных инженерных повреждений в зависимости от состояния дорожной одежды и связанных с ними влияющих факторов, а также судить о существующей конструкции дорожной одежды по уровню и серьёзности повреждения в сочетании с условиями транспортной нагрузки, климатическими условиями и предлагаемый план реконструкции. Оценить, можно ли дальше использовать данный слой.

7.3 План реконструкции

7.3.2 Проект реконструкции включает в себя существующий проектный план обработки дорожного покрытия и проектный план усиления. Когда нет структурных повреждений дорожного покрытия и количество разрушений дорожного покрытия невелико, может быть принят план локального ремонта повреждений, то есть локальный ремонт выполняется в соответствии с местом и типом разрушений. Когда плотность повреждений дорожного покрытия высока, объем работы по ремонту повреждений велик, а общая производительность ремонта дорожного покрытия значительно снижается после устройства поверхностной обработки, или когда дорожное покрытие структурно повреждено на длинном участке, требуется устройство поверхностной обработки. Сплошной метод обработки в основном включает прямое использование более толстых структурных слоёв для усиления, весь участок фрезеруется до определённого структурного слоя, а затем повторно укладывается после регенерации на месте.

В Таблице 7-1 показано применение целостного метода устройства поверхностной обработки, принятой в некоторых предыдущих проектах. При соблюдении одного из перечисленных показателей можно выбрать целостный метод поверхностной обработки.

Таблица 7-1 Применимые условия плана поверхностной обработки целостного дорожного покрытия

Номер	Показатель	Диапазон
1	Коэффициент повреждения дорожного покрытия DR (%)	≥ 10
2	Расстояние между трещинами (м)	≤ 15
3	Соотношение площади сетки трещин (%)	≥ 10
4	Соотношение площади ремонта (%)	≥ 10
5	Прогиб дорожного покрытия	Больше критического значения прогиба

Критическое значение прогиба в таблице используется, чтобы судить о том, структурно повреждено дорожное покрытие или нет. Просверлите образец керна,

измерьте значение прогиба дорожного покрытия в соответствующей точке обнаружения прогиба. По корреляции между целостностью и прочностью образца керна и значением прогиба дорожного покрытия анализируется критическое значение прогиба, соответствующее разрушению конструктивного слоя дорожной одежды. Из-за множества факторов, влияющих на прогиб, и сложных условий конструкции дорожной одежды часто можно провести приблизительное соответствие между критическим значением прогиба и поврежденным состоянием конструктивного слоя дорожной одежды. Поэтому на этапе проектирования можно приблизительно определить участки дороги, которым нужен сплошной метод обработки, в процессе строительства необходимо усилить вторичную оценку участков дороги для проектирования целостного метода обработки. В работе по определению можно использовать метод отбора керна на месте и судить о наличии структурных повреждений на соответствующем участке дороги в соответствии с целостностью или прочностью образца керна.

7.3.3 План реконструкции можно разделить на две категории в зависимости от состояния повреждения существующего покрытия: первый, после ликвидации местных повреждений, один или несколько структурных слоёв устраиваются непосредственно на поверхности существующего покрытия. В другой категории существующее дорожное покрытие фрезеруется до определенного структурного слоя или существующее дорожное покрытие восстанавливается на месте, а затем усиливается один или несколько структурных слоёв.

7.3.4 Отражённые трещины распространённая проблема в проектах реконструкции. Когда в существующем дорожном покрытии имеется много поперечных трещин, для уменьшения и задержки их появления, можно принять меры по предотвращению образования трещин, такие как увеличение толщины структурного слоя, добавление резинобитумного слоя, поглощающего напряжение, или прослойки из геосинтетического материала.

7.3.5 Неисправность или неправильная установка существующей дренажной системы дорожной одежды может привести к плохому водоотводу внутри дорожного покрытия, что приведет к повреждению водой, например, рыхлости, выбоинам и т.д. В таких случаях необходимо переустановить дренажную систему или принять меры по повышению работоспособности исходной дренажной системы в проекте реконструкции.

Из-за различий между слоем усиления и существующими материалами дорожной одежды, а так же влияния качества строительства, трудно создать эффективное межслойное сцепление между слоем усиления и существующим покрытием. Следует уделить внимание конструкции связующего слоя и герметизирующего слоя между слоем

усиления и существующим покрытием.

7.4 Расчёт и проверка реконструированной конструкции дорожной одежды

7.4.1 Проект реконструкции имеет лучшие условия, чем новый проект, для исследования и анализа параметров движения. Используя данные о дорожном движении, накопленные системой взимания платы за проезд на основе веса, и необходимые наблюдения на месте, можно получить более точные данные о параметрах дорожной нагрузки.

7.4.2 Дорожная одежда после реконструкции должна соответствовать тем же эксплуатационным требованиям, что и новая дорожная одежда.

7.4.3~7.4.4 В соответствии с состоянием повреждения существующего дорожного покрытия и планом усиления определить, следует ли проверить существующую конструкцию дорожной одежды во время реконструкции.

Когда существующее повреждение дорожной одежды не является серьёзным, а структурные характеристики приемлемые, в проекте реконструкции необходимо использовать существующие структурные характеристики дорожной одежды и требуется, чтобы существующая конструкция дорожной одежды не подвергалась структурным повреждениям, вызванным усталостью, в течение проектного срока службы, как для решения для прямого усиления, план фрезерования до структурного слоя или регенерация на месте, а затем усиления. Требуется структурная проверка существующего дорожной одежды и слоя усиления. Проектные параметры, такие как модуль упругости каждого структурного слоя существующей дорожной одежды, определяются с помощью определения прогиба или измерения образца керна.

Когда существующее дорожное покрытие серьёзно повреждено или прочность конструкции явно недостаточна, трудно сохранить существующую конструкцию дорожной одежды в хорошем техническом состоянии в течение проектного срока службы. Во время реконструкции существующая конструкция дорожной одежды и земляное полотно рассматриваются как полубесконечное пространственное тело, а конструкция слоя усиления рассчитывается на основе эквивалентного модуля упругости, на поверхности. Будь то решение для прямого усиления, план фрезерования до структурного слоя или регенерация на месте, а затем усиления, требуется только структурная проверка усиления.

Слой из материалов укрепленных неорганическими вяжущими обладает характеристиками долговременного роста прочности. Когда прочность существующего конструкционного слоя дорожного покрытия измеряется путём отбора керна на месте, прочность образца керна может быть выше расчётной прочности. Настоящие правила устанавливают соответствующую модель производительности на основе параметров состояния на ранней стадии строительства дорожной одежды и напрямую используют прочность образца керна существующего слоя из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, для структурной проверки, и существует определенная ошибка.

Необходимо соответствующим образом уменьшать прочность структурного слоя в зависимости от количества транспортных нагрузок, которые выдержало существующая дорожная одежда, и степени её повреждения. Прочность после уменьшения не должна превышать соответствующих положений раздела 5.4 настоящих правил. В некоторых подразделах в качестве коэффициента снижения прочности, имеющего определённое справочное значение, используется соотношение прочности образца керна на проезжей части и обочине.

交通运输部信息
浏览专用

8 Проектирование покрытия проезжей части моста

8.1 Общие положения

8.1.1 Покрытие настила моста играет роль в защите конструкции моста, обеспечении безопасности и повышении комфорта движения.

Инженерная практика показывает, что слой асфальтобетонного покрытия настила моста более подвержен деформациям и разрушениям, чем конструкция на земляном полотне, в связи с чем, необходимо принимать различные меры для обеспечения эксплуатационных характеристик покрытия настила моста. В том числе хорошая водонепроницаемая и дренажная конструкция для уменьшения попадания и удержания осадков на дорожном покрытии; необходимо качественно выполнить обработку настила моста и подбор связующего слоя, чтобы обеспечить эффективное сцепление асфальтобетонного покрытия с настилом моста; выбирать асфальтобетонную смесь для дорожного покрытия с низкой водонепроницаемостью и хорошей устойчивостью к деформациям.

8.2 Проектирование покрытия проезжей части моста

8.2.1 Фрезерование настила моста и струйная обработка могут удалить цементное молоко и слабый слой на поверхности настила моста, усилить водоотталкивающий эффект водонепроницаемого слоя и улучшить прочность сцепления между слоями. После того, как настил моста имеет определённую глубину текстуры, между покрытием из асфальтобетонной смеси и настилом моста могут быть сформированы более высокая прочность на сдвиг и прочность сцепления.

8.2.6 Слой песчаной асфальтобетонной смеси, используемый в слое покрытия настила моста, имеет функции гидроизоляции, выравнивания и защиты от усталости и обычно используется для устройства нижнего слоя.

8.2.8 Асфальтобетонная смесь, соприкасаясь с ограждениями, дождевыми колодцами и другими конструкциями, плохо уплотняется и становится каналом для проникновения осадков в слой дорожной одежды, который необходимо герметизировать.

8.2.9 На краю слоя дорожной одежды устраиваются продольные глухие траншеи, что способствует удалению межслойной воды и снижает риск повреждения водой. Следует отметить, что высота сливного отверстия ниже, чем нижняя часть дорожной одежды.

8.3 Покрытие проезжей части стального моста

8.3.2 В настилах стальных мостов часто используются водонепроницаемые материалы, совместимые с конструкцией дорожной одежды. Например, эпоксидный битум или эпоксидная смола в основном используются в качестве водонепроницаемого материала для эпоксидно-асфальтобетонного покрытия, а резино-битумная эмульсия в основном используется в качестве водонепроницаемого материала для литого асфальтобетонного покрытия. Поэтому оговаривается, что выбор гидроизоляционного материала должен соответствовать материалу дорожной одежды.

Приложение А

Анализ параметров транспортных нагрузок

А. 1 Классификация транспортных средств

А. 1.1~А. 1.2 Классификация состава транспортного потока в исходных правилах используют метод репрезентативных типов и обычно разделяет смешанный транспортный поток на 5 - 6 репрезентативных типов. Классификацией мало и сложно в полной мере учесть влияние грузовых автомобилей и перегрузок на дорожное покрытие.

Основываясь на исследовании более 60 параметров транспортного потока, настоящие правила разделяют компоненты транспортного потока на 11 типов транспортных средств в соответствии с конструкцией транспортного средства, состав осевой пары и их разрушающее действие на дорожное покрытие. И в соответствии со спектром нагрузки на ось рассчитывается распределение нагрузки на ось в разных интервалах нагрузки на ось, чтобы более точно проанализировать параметры движения.

Тип транспортного средства назван в соответствии с составом осевой пары, например, «грузовик типа 15» означает, что передняя ось является осью типа 1, а задняя ось — осью типа 5. Транспортные средства типа 1 – это малолитражные автомобили которые меньше повреждают дорожное покрытие или легкие грузовики с малой нагрузкой, которые не учитываются при проектировании автомобильных дорог; Транспортные средства типа 2 — большие автобусы, которые оказывают определённое разрушающее воздействие на дорожное покрытие и должны учитываться при проектировании дорожной одежды; За исключением категорий 1 и 2, все остальные транспортные средства тип — это грузовые автомобили, оказывающие существенное влияние на дорожное покрытие. Для удобства выражения транспортные средства тип с 2 по 11, отличные от транспортных средств типы 1, совместно именуется большими легковыми автомобилями и грузовыми автомобилями. В Китае используется тип оси 3 (двойное сцепление с одинарной шиной с каждой

стороны), тип оси 4 (двойное сцепление с одной одинарной шиной с каждой стороны, двойное сцепление с двойными шинами) и тип оси 6 (тройное сцепление с одинарной шиной на каждой стороне) используются редко. Для упрощения анализа их можно разделить на оси типа 5 (двойное сцепление со сдвоенными шинами с каждой стороны) и оси типа 7 (тройное сцепление с сдвоенными шинами с каждой стороны).

А. 2 Исследование данных транспортного потока

А. 2.5 Коэффициент полосы движения представляет собой отношение количества крупногабаритных легковых и грузовых автомобилей на проектной полосе к объёму движения крупногабаритных легковых и грузовых автомобилей в этом направлении. Объём движения в поперечном сечении, умноженный на коэффициент направления и коэффициент полосы движения, представляет собой объём движения на расчётной полосе.

А. 2.6 Коэффициент распределения по типам транспортных средств представляет собой процентное соотношение количества транспортных средств определённого типа к общему количеству транспортных средств категорий от 2 по 11, что является важным параметром, отражающим состав движения. Коэффициент типа распределения грузового автомобиля ТТС является параметром, отражающим долю грузовых автомобилей и полуприцепов в составе транспортного средства. В Руководстве по проектированию эмпирических покрытий American Mechanics (MEPDG) компоненты дорожного движения делятся на 17 типов в соответствии с коэффициентом ТТС типа грузовика. Согласно анализу данных о дорожном движении в Китае, эта классификация ТТС слишком громоздка и неудобна в использовании. Настоящие правила упрощают классификацию ТТС до 5 типов и даёт коэффициент распределения типов транспортных средств для каждой классификации.

А. 3 Пересчёт проектной нагрузки на ось согласно эквивалентам транспортных средств

А. 3.1 Пересчётные параметры нагрузки на ось включают коэффициент осевой пары, коэффициент колёсной пары и коэффициент преобразования. На эти три параметра напрямую влияют параметры конструкции дорожной одежды, модели производительности и т. д. В соответствии с системой параметров и моделью производительности, принятыми в настоящих правилах путём расчёта и анализа большого количества типовых конструкций получают соответствующие коэффициенты осевой пары, коэффициенты колёсной пары и коэффициенты преобразования.

Частично загруженные автомобили и полностью загруженные автомобили классифицируются по критерию полной массе транспортного средства. Транспортные средства, меньшая и равная стандартной полной массе транспортного средства, не являются полностью загруженными транспортными средствами, в противном случае они являются полностью загруженными транспортными средствами. Полная масса автомобиля составляет:

- 1) Двухосный грузовик 180 кН;
- 2) Трёхосный грузовик 250 кН (трехосный автопоезд 270 кН);
- 3) Четырёхосный грузовик 310 кН (четырёхосный автопоезд 360 кН);
- 4) Пятиосный поезд 430 кН;
- 5) Грузовой поезд с шестью осями и выше имеет тягу 490 кН, из них ведущая ось тягача — 460 кН при использовании одной оси.

В приведенных выше нормах общей массы транспортного средства, за исключением ведущей оси, шины с каждой стороны осей двухосной пары, трёхосной пары, а также полуприцепа и полного прицепа рассчитываются как со сдвоенными шинами. Если шины с каждой стороны и оси являются одинарными, предельный стандарт уменьшается на 30 кН. Когда максимально допустимая общая масса транспортного средства превышает сумму максимально допустимых осевых нагрузок на каждую ось, в качестве критерия используется сумма максимально допустимых осевых нагрузок на каждую ось.

Для легковых автомобилей (автомобили типы 2) в большинстве текущих сборов на основе веса в Китае не учитывается нагрузка на ось легковых автомобилей, поэтому они делятся в зависимости от количества мест. В стандарте классификации легковой автомобиль с числом мест менее 39 (в том числе 39 мест) отнесён к частично загруженным автомобилям, а легковой автомобиль с количеством мест более 39 к полностью загруженным.

Согласно статистическому анализу параметров транспортной нагрузки на 44 сечений автомобильной дороги в разных провинциях, доля не полностью загруженных транспортных средств и полностью загруженных транспортных средств, указанных в таблице А.3.1-2, и эквивалентный проектный коэффициент преобразования нагрузки на ось, указанный в таблице А.3.1-3.

Приложение Б

Метод расчёта и проверки конструкции дорожной одежды

Б. 1 Проверка повреждения усталостной трещины в асфальтобетонном слое

Б. 1.1 По результатам усталостных испытаний 108 раз в режиме нагружения с постоянным напряжением и 618 раз в режиме нагружения с постоянной деформацией установлена модель повреждения усталостных трещин в асфальтобетонных слоях. Использованы 3 испытательных участка *ALF* в Пекине, 6 испытательных участков *HVS* (имитирующих большегрузные автомобили) в Калифорнийском университете в Беркли, 8 испытательных участков в *WesTrack*, Западная кольцевая дорога США, 10 испытательных участков в *MnROAD* в Миннесоте, США, и 3 участка *NCAT* в Национальном исследовательском центре асфальтобетонных технологий в испытательной секции США, в общей сложности 30 испытательных секций данных об усталости асфальтобетонного покрытия, установленная модель усталостной трещины проверяется и корректируется.

Цикл замораживания и оттаивания в районе сезонно - мёрзлого грунта нанесёт определённый ущерб дорожному покрытию, тем самым сократив срок службы дорожного покрытия до образования усталостных трещин. Учитывая этот эффект, настоящие правила вводят поправочный коэффициент K_a для района сезонно - мёрзлого грунта в модели появления усталостной трещины асфальтобетонного слоя и модели усталостной трещины слоя укрепленного неорганическими вяжущими.

Исследования показывают, что модель усталостной трещины при постоянном нагружении больше подходит для тонких асфальтобетонных слоёв, а модель усталостной трещины при постоянном нагружении больше подходит для толстых асфальтобетонных слоёв. Для асфальтобетонного слоя средней толщины необходимо установить переходное

соотношение между ними. В настоящих правилах вводится коэффициент K_b режима нагружения при усталостном трещинообразовании для перехода и преобразования между различными режимами нагружения.

Б. 2 Проверка усталостной трещины слоя, укрепленного неорганическими вяжущими

Б. 2. 1 Основано на результатах 148 испытаний на усталостную трещину четырех часто используемых смесей: гравия укрепленного цементом, щебня укрепленного цементом, грунта укрепленного цементом, и щебня, укрепленного известью и золой уноса. Созданы модели усталостной трещины материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, грунтов укрепленных неорганическими вяжущими.

Из-за отсутствия достаточных полевых данных трудно проверить модель появления усталостной трещины слоя укрепленного неорганическим вяжущим. Исследование структуры асфальтобетонного покрытия на основе большого количества неорганических вяжущих укрепленных оснований, обобщены типичные структуры асфальтобетонных покрытий, основания укрепленного неорганическими вяжущими, при различных условиях эксплуатации, включая уклоны автомагистралей, параметры транспортной нагрузки и модуль упругости земляного полотна. Сравнивая состояние повреждения типичной исследуемой конструкции дорожной одежды и результаты анализа модели появления усталостной трещины, приведенной выше, комплексный поправочный коэффициент K_c вводится в полевых условиях, чтобы отобразить различия между моделями производительности в помещении и усталостным растрескиванием в полевых условиях.

Б. 3 Проверка остаточной деформации асфальтобетонного слоя

Б. 3. 2 Согласно различным асфальтобетонным смесям, 229 эффективных результатов испытаний на колеобразование при различных температурах, давлении и других условиях, была создана модель прогнозирования появления остаточной деформации асфальтобетонного слоя, включая количество воздействия нагрузок, температуру, вертикальное сжимающее напряжение, толщину слоя и остаточные деформации при испытании на колеобразование. Модель пересмотрена и проверена с использованием данных о колеяности более чем на 10 отечественных автодорогах за много лет и данных о колеяности на 5 тестовых участках.

Учитывая распределение напряжений на разной глубине асфальтобетонного

покрытия и разницу в характеристиках колееустойчивости разных асфальтобетонных слоёв, указано, что остаточная деформация рассчитывается послойно. Разницу между значением накопленной остаточной деформации каждого слоя и полной остаточной деформацией асфальтобетонных слоёв учитывали в комплексном поправочном коэффициенте K_R .

Структурный анализ должен всесторонне учитывать необходимость ремонта дорожной одежды в течение проектного срока службы. Для дорожной одежды с интенсивным движением и высокой долей большой нагрузки иногда необходимо провести одни или несколько видов работ по устранению колеености в течение расчётного срока службы. В это время N_{e3} может использовать эквивалентное расчётное кумулятивное количество воздействия нагрузки на ось в период от эксплуатации до первого ремонта.

Формула (Б.3.2-1) предполагает, что пористость дорожной одежды близка к пористости образца для испытаний на колееность. Когда разница между ними велика, остаточная деформация асфальтобетонного слоя может быть оценена по формуле (Б-1).

$$R_a = \sum_{i=1}^n R_{ai}$$

$$R_{ai} = 2.31 \times 10^{-8} k_{Ri} T^{2.93} p_i^{1.80} N_{e3}^{0.48} \left(\frac{V}{V_o} \right)^{0.83} \left(\frac{h_i}{h_o} \right) R_{oi} \quad (\text{Б-1})$$

где V —начальная пористость после устройства асфальтобетонного слоя (%);

V_o —пористость образца для испытаний на колееустойчивость (%).

Значения других символов такие же, как в формуле (Б.3.2-1).

Б.4 Проверка вертикальных деформаций сжатия на поверхности земляного полотна

Б.4.1 Вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна является важным проектным показателем для асфальтобетонного покрытия на основании из зернистых материалов и асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из зернистых материалов. Настоящие правила добавляют этот индикатор. Соответствующие зарубежные методы проектирования обычно предотвращают чрезмерную остаточную деформацию земляного полотна, контролируя вертикальную деформацию сжатия на поверхности земляного полотна. Взаимосвязь между вертикальной деформацией сжатия и параметрами транспортной нагрузки согласовывается с данными тестовых дорог или полевых наблюдений. В Китае асфальтобетонное покрытие с основанием из зернистых материалов применяется редко и отсутствуют достаточные данные измерений. С этой целью были собраны 195 результатов о конструкции дорожной одежды испытательной дороги AASHO

и количестве осевых нагрузок, когда текущий индекс эксплуатационных возможностей PSI достигает 2, 5. Значение вертикальной деформации сжатия на поверхности земляного полотна каждой конструкции рассчитывается и устанавливается эмпирическая связь между вертикальной деформацией сжатия на поверхности земляного полотна и числом осевых нагрузок 100 кН. После настройки и исправления эта модель устанавливается.

Б. 5 Оценка индекса низкотемпературного растрескивания асфальтобетонного покрытия

Б. 5.1 Низкотемпературное растрескивание асфальтобетонного покрытия в регионе сезонно-мёрзлого грунта является распространенным разрушением. С помощью эмпирического метода была проанализирована взаимосвязь между свойствами битума, конструкцией дорожной одежды, типом грунта земляного полотна и т. д. и состоянием растрескивания дорожного покрытия при низких температурах на более чем 10 участках дорог в Северо-Восточном Китае. Ссылаясь на канадскую модель *Haas*, устанавливается модель прогнозирования индекса растрескивания дорожного покрытия при низких температурах.

Б. 6 Оценка толщины морозозащитных материалов

Б. 6.1 Коэффициенты теплофизических свойств материалов земляного полотна и дорожной одежды в диапазоне глубин промерзания рассчитываются по средневзвешенному по толщине значению.

Б. 7 Приёмочное значение прогиба проектной конструкции дорожной одежды

Б. 7.1-Б. 7.2 Формула (7.4.4) получена из теоретического решения вертикального смещения на поверхности упругого полупространства под действием одиночной штамповой нагрузки. Он подходит для случая, когда материал земляного полотна представляет собой неукрепленный материал. Для земляного полотна с улучшенным слоем, обработанным зернистыми или неорганическими вяжущими, вертикальное перемещение на поверхности земляного полотна может быть проанализировано с помощью теории эластичных слоистых систем в соответствии с расслоением земляного полотна. В сочетании с результатами анализа и местным инженерным опытом определяется приемлемое значение прогиба на поверхности земляного полотна.

При расчёте приёмочного значения прогиба на поверхности земляного полотна используется эквивалентный модуль упругости на поверхности, при равновесном

состоянии влажности земляного полотна, то есть учитывается только поправочный коэффициент влажности, а коэффициент снижения модуля после циклов высыхания - увлажнения и замораживания - оттаивания не учитываются. Когда существует разница между влажностью земляного полотна и равновесной влажностью во время обнаружения прогиба, требуется коррекция влажности.

Б. 7.3~Б. 7.4 При расчёте приемлемого значения прогиба дорожного покрытия земляного полотна принимает эквивалентный модуль упругости на поверхности в состоянии равновесной влажности, умноженный на поправочный коэффициент модуля k_i , k_i используется для согласования разницы между теоретическим прогибом и измеренным отклонением.

При расчёте приемлемого значения прогиба дорожного покрытия, реконструируемой конструкции дорожной одежды, поправочный коэффициент модуля упругости земляного полотна k_i необходимо учитывать при различных схемах реконструкции. Для участка дороги с менее серьёзными повреждениями существующего дорожного покрытия и хорошими конструктивными характеристиками при определении модуля упругости земляного полотна методом обратного расчёта чаши прогиба k_i принимается равным 1,0; Для участков дорог с серьёзными повреждениями существующего дорожного покрытия или явно недостаточной прочностью конструкции по формуле (7.4.4) определяют эквивалентный модуль упругости поверхности существующего дорожного покрытия или отфрезерованного до определённого слоя дорожной одежды существующей конструкции. Когда слой усиления содержит слой, укрепленный неорганическим вяжущим или цементобетонный слой, k_i составляет 0,5, а в других случаях k_i составляет 1,0.

Слой из материалов, укрепленных битумными вяжущими приводится к динамическому модулю сжатия при температуре 20° С, а при измерении прогиба необходимо проводить температурную коррекцию в соответствии с температурой покрытия дороги.

Приложение В

Варианты конструкции асфальтобетонного покрытия

В. 0.1 Чтобы понять общую конструкцию асфальтобетонного покрытия в Китае и обобщить опыт и достижения в области комбинирования конструкций дорожной одежды, в 2011 году были проведены исследования конструкции дорожной одежды в 17 провинциях страны. По результатам исследования обобщены общие конструкции асфальтобетонных покрытий на основании из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими и асфальтобетонном покрытии на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, которые перечислены в Таблице В.0.1-1 и Таблице В.0.1.- 2 и Таблице В.0.1-5.

Из-за отсутствия достаточного опыта асфальтобетонного покрытия на основании из зернистых материалов и асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, укрепленных битумными вяжущими с нижним слоем основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими используемых в Китае. Таблица В. 0.1 - 3 и таблица В. 0.1 -4. перечислены в основном на основе зарубежных широко используемых конструкций и результатов анализа и проверки расчетов.

Структура с добавлением слоя из фракционированного щебня между основанием из черного щебня и слоем из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, применялась в определенных масштабах в провинции Фуцзянь и других местах и позволила добиться хороших результатов в сокращении количества трещин дорожного покрытия. Основываясь на этом опыте, структуры, перечисленные в Таблице В. 0.1 - 6, суммированы.

Приложение Г

Методы испытания модуля упругости зернистых материалов

Г. 5.2 Модель напряжённо-деформированного состояния зернистых материалов имеет очевидную зависимость от напряжения. В рамках западного научно-технического проекта по транспортному строительству Министерства транспорта «Исследование индекса и параметров конструкции асфальтобетонного покрытия» сравнивались различные формальные модели модуля упругости зернистых материалов. Считается, что трёхпараметрическая модель, предложенная Американским Национальным дорожным кооперативным исследовательским проектом "Экспериментальное определение модуля упругости в конструкции асфальтобетонного покрытия" (NCHRP 1-28), более подходит для зависимых от напряжения характеристик модуля зернистых материалов. Настоящие правила (Г.5.2) используют эту структурную модель.

Приложение Ж

Поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура

Поправочный коэффициент температуры и эквивалентная температура определяются в два этапа. Сначала определяют поправочный коэффициент температуры и эквивалентную температуру номинальной конструкции дорожной одежды в соответствии со статистикой температуры и таблицей Ж.1.2, а затем корректируют толщину и модуль конструктивного слоя, чтобы получить поправочный коэффициент температуры и эквивалентную температуру дорожной одежды с различной структурой. Номинальная конструкция дорожной одежды делится на две конструктивные формы: асфальтобетонное покрытие на основании из зернистых материалов и асфальтобетонное покрытие на основании из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими: толщина слоя асфальтобетонного покрытия составляет $h_a = 180$ мм, а толщина зернистого основания или основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, составляет $h_b = 400$ мм. Динамический модуль асфальтобетонной смеси $E_a = 8000$ МПа, модуль упругости зернистого слоя $E_b = 400$ МПа, модуль упругости слоя укрепленного неорганическим вяжущим $E_b = 7000$ МПа, модуль упругости земляного полотна $E_0 = 100$ МПа.

Поправочный коэффициент температуры и эталонная эквивалентная температура номинальной конструкции дорожной одежды в различных регионах могут быть определены с помощью таблицы Ж.1.2 или данные о температуре не менее чем за 10 последовательных лет могут быть собраны в метеорологическом отделе, рассчитывая среднюю температуру самого жаркого месяца, среднюю температуру самого холодного месяца и среднегодовую температуру по формуле (Ж-1) ~ формуле (Ж-3).

Поправочный коэффициент температуры номинальной конструкции дорожной одежды рассчитывается по формуле (Ж-1) и формуле (Ж-2).

$$\widehat{k_{Ti}} = a_i x^2 + b_i x + c_i \quad (\text{Ж-1})$$

$$x = \mu T_a + d_i \Delta T_{a, \text{мон}} \quad (\text{Ж-2})$$

где $\widehat{k_{Ti}}$ — поправочный коэффициент температуры номинальной конструкции дорожной одежды; нижний индекс $i=1$ соответствует анализу усталостной трещины асфальтобетонного

слоя, $i=2$ соответствует анализу усталостной трещины слоя укрепленного неорганическим вяжущим, а $i=3$ соответствует анализу вертикальной деформации сжатия на поверхности земляного полотна;

μT_a — среднегодовая температура в регионе ($^{\circ}\text{C}$);

$\Delta T_{a,\text{мон}}$ — годовое колебание ($^{\circ}\text{C}$) среднемесячной температуры в регионе представляет собой разницу между средней температурой самого жаркого месяца и средней температурой самого холодного месяца;

a, b, c, d — коэффициент регрессии, относящийся к индексу проверки, должен быть оценен в соответствии с таблицей Ж-1.

Таблица Ж-1 Значения коэффициентов регрессии

Проектные показатели	a	b	c	d
Горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части асфальтобетонного слоя, горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя укрепленного неорганическим вяжущим	0,0006	0,027	0,71	0,05
Вертикальная деформация от сжатия, на поверхности земляного полотна	0,0013	0,003	0,73	0,08

Эталонная эквивалентная температура рассчитывается по формуле (Ж-3).

$$T_{\xi} = 1.04\mu T_a + 0.22T_{a,\text{мон}} \quad (\text{Ж-3})$$

Значение символов в формуле такое же, как в формуле (Ж-1) и формуле (Ж-2).

词汇表

序号	中文	俄文
1	回弹模量	модуль упругости
2	干湿类型	типы увлажнения
3	沥青动态剪切复数模量	динамический комплексный модуль сдвига битума
4	弯沉值	значение прогиба
5	轮胎接地压强	давление колеса на грунт
6	标准轴载当量圆直径	эквивалентный диаметр окружности осевой нагрузки
7	沥青混合料层疲劳开裂损坏	усталостные трещины в асфальтобетонных слоях
8	无机结合料稳定层疲劳开裂损坏	усталостные трещины в слоях, укрепленных неорганическими вяжущими
9	路基顶面竖向压应变	вертикальная деформация сжатия на поверхности земляного полотна
10	季节性冻土地区	район сезонно-мерзлого грунта
11	沥青混合料层容许永久变形量	допустимая остаточная деформация слоя из асфальтобетонной смеси
12	抗滑技术指标	технический показатель сцепных свойств
13	横向力系数	коэффициент поперечного усилия
14	构造深度	глубина текстуры
15	铺沙法	метод песчаного пятна
16	全寿命周期	жизненный цикл
17	面层	покрытие
18	基层	основание
19	底基层	нижний слой основания
20	表面层	верхний слой покрытия
21	中面层	средний слой покрытия
22	下面层	нижний слой покрытия.
23	无机结合料稳定类基层沥青路面	асфальтобетонное покрытие на основании материалов, укрепленных неорганическими вяжущими
24	粒料类基层沥青路面	асфальтобетонное покрытие на основании зернистых материалов
25	沥青结合料类基层沥青路面	асфальтобетонное покрытие на основании материалов, укрепленных битумными вяжущими
26	水泥混凝土基层沥青路面	асфальтобетонное покрытие на основании из цементобетона

续上表

序号	中文	俄文
27	路基改善层	улучшающий слой земляного полотна
28	基层收缩开裂	усадочная трещина в основании
29	路面反射裂缝	отраженная трещина на дорожном покрытии
30	改性沥青应力吸收层	слой модифицированного битума, поглощающий напряжения
31	多雨地区	дождливый район
32	土质路堑	грунтовая выемка
33	强风化岩石路段	участок сильно выветриваемых пород
34	水泥稳定级配碎石或砾石	фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом
35	水泥粉煤灰稳定级配碎石或砾石	фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом и золой-уноса
36	石灰粉煤灰稳定级配碎石或砾石	фракционированный щебень или гравий, укрепленный цементом и известью
37	水泥稳定未筛分碎石或砾石	нефракционный щебень или гравий, укрепленный цементом
38	石灰粉煤灰稳定未筛分碎石或砾石	нефракционный щебень или гравий, укрепленный известью и золой-уноса
39	石灰稳定未筛分碎石或砾石	нефракционный щебень или гравий, укрепленный известью
40	水泥稳定土	грунт, укрепленный неорганическими вяжущими
41	石灰稳定土	грунт, укрепленный известью
42	石灰粉煤灰稳定土	грунт, укрепленный известью и золой-уноса
43	天然砂砾	природный песок
44	填隙碎石	щебень для расклиновки
45	密级配沥青碎石	плотный черный щебень
46	半开级配沥青碎石	пористый черный щебень
47	开级配沥青碎石	высокопористый черный щебень
48	沥青贯入碎石	битум, проникающий в щебень
49	水泥混凝土或贫混凝土	цементобетон или тощий бетон
50	厂拌热再生沥青混合料	горячая регенерированная асфальтобетонная смесь, изготовленная в условиях АБЗ
51	集料公称最大粒径	номинальный максимальный размер минерального заполнителя
52	连续级配沥青混合料	асфальтобетонная смесь непрерывистой гранулометрии
53	沥青玛蹄脂碎石混合料	щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь
54	上拌下贯沥青碎石	проникающий черный щебень (изготовленный в установке, смешением на дороге и способом пропитки)
55	沥青表面处治	битумная поверхностная обработка

续上表

序号	中文	俄文
56	改性乳化沥青	модифицированная битумная эмульсия
57	乳化沥青贯入式路面	слой щебня, устроенный способом пропитки битумной эмульсией
58	稀浆封层	шламовый герметизирующий слой
59	单层表面处治封层	герметизирующий слой однослойной поверхностной обработки
60	稀释沥青	разжиженный битум
61	路肩	обочины
62	湿度调整系数	поправочный коэффициент влажности
63	干密度	сухая плотность
64	压实度	степень уплотнения
65	弯拉强度	предел прочности на растяжение при изгибе
66	无侧限抗压强度	предел прочности при сжатии
67	塑性指数	индекс пластичности
68	残留抗压强度比	коэффициент остаточной прочности при сжатии
69	重冻区	зона тяжелого замерзания
70	中冻区	зона среднего замерзания
71	蠕变劲度	жёсткость ползучести
72	破坏应变	деформация разрушения
73	冬严寒区	зоны с суровыми зимними морозами
74	冬寒区	зимняя морозная зона
75	冬冷区	зимняя холодная зона
76	冬温区	зимняя теплая зона
77	动稳定度	динамическая устойчивость
78	夏炎热区	летняя жаркая зона
79	夏热区	летняя теплая зона
80	夏凉区	летняя прохладная зона
81	残留稳定度	остаточная устойчивость
82	油石比	соотношение битума и щебня
83	空隙率	пористость
84	松装空隙率	пористость засыпки
85	动态压缩模量	динамический модуль сжатия
86	泊松比	коэффициент Пуассона
87	双圆均布垂直荷载	равномерная вертикальная нагрузка на двойное пятно контакта
88	弹性层状连续体系	теория упругой многослойной непрерывной системы

续上表

序号	中文	俄文
89	无机结合料稳定层层底拉应力	горизонтальные растягивающие напряжения в нижней части слоя, укрепленного неорганическим вяжущим
90	沥青混合料层层底拉应变	остаточная деформация слоя из асфальтобетонной смеси
91	防冻厚度	толщина морозозащитных слоев
92	力学响应	механическая реакция
93	等效温度	эквивалентная температура
94	钻芯	кернение
95	铣刨	фрезерование
96	路面结构顶面当量回弹模量	эквивалентный модуль упругости на поверхности конструкций дорожного покрытия
97	抛丸打毛	пескоструйная обработка
98	构造深度	глубина текстуры
99	涂膜	покрытие пленкой
100	砂粒式沥青混合料	песчаная асфальтобетонная смесь
101	密水性	водоустойчивость
102	改性沥青胶砂	пески для модифицированной битумной мастики
103	浇筑式沥青混凝土	литой асфальтобетон
104	车辆轴型	типы транспортных средств по конструкции осей
105	轮组	колесная пара
106	轴组	осевая пара
107	车道系数	коэффициент полосы движения
108	方向系数	коэффициент направления
109	分布系数	коэффициент распределения
110	轴载谱	спектр нагрузки на ось
111	换算指数	индекс пересчета
112	当量轴次	кратность эквивалентной осевой нагрузки
113	冻结指数	индекс замораживания
114	疲劳开裂寿命	срок службы до образования усталостной трещины
115	理论压应力系数	теоретический коэффициент напряжения сжатия
116	理论竖向压应变系数	теоретический коэффициент вертикальной деформации сжатия
117	热物性系数	коэффициенты теплофизических свойств материалов
118	路基断面形式系数	коэффициент формы сечения земляного полотна
119	理论弯沉系数	теоретический коэффициент прогиба
120	半正矢脉冲荷载	половинный положительный вектор импульсной нагрузки

续上表

序号	中文	俄文
121	非接触式逼近传感器	бесконтактный датчик приближения
122	线性可变差动传感器	линейный регулируемый дифференциальный датчик
123	围压	ограничивающее давление
124	接触应力	контактное напряжение
125	循环偏应力	циклическое девиаторное напряжение
126	最大轴向应力	максимальное осевое напряжение
127	回弹模量本构模型	модель напряженно-деформированного состояния
128	体应力	объемное напряжение
129	主应力	главное напряжение
130	八面体剪应力	октаэдрическое напряжение сдвига
131	取芯	керновое бурение
132	伺服系统	сервосистема
133	洛氏硬度	твердость по Роквеллу
134	贯入应力系数	коэффициент напряжения проникновения
135	基准路面结构	номинальная конструкция дорожной одежды

交通运输部
信息公告
浏览专用