

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 625.711.3

АХМЕДОВ

Кахраман Мамедали оглы

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ
ОДЕЖД МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ
И ГРУНТОВО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
(на примере Азербайджанской Республики)**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.23.11 – проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Минск, 2017

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете и ООО «АзВирт»

Научный консультант **ЯРОМКО Вячеслав Николаевич** – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник государственного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт» (ГП «БелдорНИИ»)

Официальные оппоненты: **КРАСИКОВ Олег Александрович** – доктор технических наук, профессор, советник генерального директора федерального автономного учреждения «Российский дорожный научно-исследовательский институт» (ФАУ РосдорНИИ), г. Москва;
ЛЕОНОВИЧ Иван Иосифович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Республики Беларусь;
НЕГРЕЙ Виктор Яковлевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Оппонирующая организация **Акционерное общество «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт» (АО «КаздорНИИ»)**, г. Алматы, Казахстан

Защита состоится 27 декабря 2017 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.05 при Белорусском национальном техническом университете по адресу: 220013, г. Минск, проспект Независимости, 65, ауд. 202. Телефон ученого секретаря (017) 267-92-01, e-mail: kovshar-36@tut.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан «___» ноября 2017 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат технических наук



С.Н. Ковшар

© Ахмедов К.М., 2017

© Белорусский национальный
технический университет, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертации. Эффективное функционирование международных автомобильных дорог (МАД)- важное условие стабильности, экономического роста и безопасности и играет огромную роль в укреплении сотрудничества и интеграции с другими странами. В последнее время на международных автомобильных дорогах растут масса и мощность автомобилей, увеличиваются нагрузки на ось и скорость движения.

Принимая во внимание важность реабилитации (модернизации) и строительства новых международных автомобильных дорог, нехватки финансовых средств (всего до 1% финансов от ВВП), еще больше возрастает актуальность обоснования, разработки и использования рациональных конструкций дорожных одежд нежесткого типа на международных дорогах.

Ситуация усугубляется низким техническим уровнем, недостаточной прочностью дорожных одежд и высокой степенью износа дорог, включенных в международную сеть дорог, проходящих по территории Азербайджана.

В предшествующие годы при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог использовалась нормативно-техническая документация, разработанная еще во времена Советского Союза, особенно при проектировании конструкций нежестких дорожных одежд, при этом в достаточной степени не учитывались региональные особенности Азербайджана, как в плане природно-климатических факторов (особенно вертикальной зональности, учитывая, что в Азербайджане 9 природно-климатических зон), так и в отношении передового опыта строительства. Кроме того, не учитывалась дальнейшая работа дорожных конструкций, особенно с асфальтобетонным покрытием, на стадии эксплуатации дороги. Помимо этого, сильно минерализованные грунтовые воды, близко залегающие к поверхности, наличие поверхностных вод (мокрые солончаки) и засоленных грунтов вносят свои ограничения, при которых минимальная высота насыпи должна быть не менее 1,5...1,9 м. Снижение высоты насыпи, обеспечивающее уменьшение объемов земляных работ, требует обоснования расчетных параметров земляного полотна при недостаточном его возвышении над уровнем грунтовых вод.

Существующая в Азербайджанской Республике ситуация предоставляет уникальную возможность реализовать международные проекты в интересах своей страны и решить одну общую задачу - улучшение состояния и развитие дорожной сети на международных направлениях, что даст импульс развитию сотрудничества и интеграции с государствами ближнего и дальнего зарубежья.

В качестве стратегии при разработке данной актуальной темы приняты основные положения концепции долговечных дорожных одежд. В ее основе заложена идея проектирования дорожной одежды и земляного полотна с таким расчетом, что в течение 30-50 лет перестраиваются только верхние слои дорожной одежды.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами

Теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертации проводились автором в соответствии с «Государственной программой по социально-экономическому развитию регионов Азербайджанской Республики на 2014-2018 гг.», утвержденные распоряжением Президента Азербайджанской Республики от 27.02.2014г. №118, с «Планом мероприятий по усовершенствованию транспортной системы г. Баку в 2006-2007 и 2008-2013 гг.», утвержденным распоряжением Президента от 08.07.2008 г. № 2930, а также в рамках 4-х тем НИР Межправительственного Совета дорожников СНГ в 2006-2017 гг.

Результаты исследований внедрены в промышленных объемах (с 2005 по 2017 гг. построено более 424 км международных автодорог) в различных регионах страны проектными и дорожно-строительными организациями республики.

Цель и задачи исследования

Целью исследования являлось совершенствование методов проектирования дорожных одежд нежесткого типа международных автомобильных дорог на основе концепции долговечных дорожных одежд с учетом региональных природно-климатических и грунтово-геологических условий Азербайджана в условиях интенсивно возрастающих нагрузок и движения.

В соответствии с поставленной целью определены следующие *задачи исследований*:

- изучить состояние и проблемы развития международных автомобильных дорог в Азербайджане и установить их влияние на социально-экономические показатели страны.
- провести системный анализ влияния природно-климатических факторов на работу грунтов земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды, содержащих органические вяжущие, и разработать дорожно-климатическое районирование территории Азербайджана.
- установить особенности водно-теплого режима и определить расчетные характеристики грунтов земляного полотна для разработки конструкций нежестких дорожных одежд.
- установить расчетные значения высоких летних температур и расчетную температуру асфальтобетона с разработкой предложений по проектированию долговечных нежестких дорожных одежд для международных автомобильных дорог с учетом перспективных нагрузок и местных природно-климатических условий.
- обосновать использование нетрадиционных материалов для строительства нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог Азербайджана.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

1. Выполнено дорожно-климатическое районирование территории Азербайджана с учетом вертикального зонирования территории с установлением расчетных (высоких) температур асфальтобетонных покрытий, а также распространения различных грунтов для возведения земляного полотна (в том числе засоленных и лесовых), что позволяет повысить точность расчетов при конструировании дорожных одежд, воспринимающих тяжелые транспортные нагрузки, характерные для МАД (11,5 и 13,0 тонн на ось).

2. Теоретически обоснована возможность повышения несущей способности существующих дорожных одежд международных автомобильных дорог за счет увеличения сопротивляемости растяжению при изгибе нижних слоев покрытия и слоев основания, повышения сдвигоустойчивости грунтов земляного полотна.

3. Предложена усовершенствованная методика расчета конструкций нежестких дорожных одежд, учитывающая высокую несущую способность уплотненных и армированных слоев земляного полотна и основания, обеспечивающую высокий модуль упругости нижних слоев, воспринимающих максимальные растягивающие напряжения от действия тяжелого транспорта на МАД.

4. Усовершенствована нормативная база для проектирования и строительства международных автомобильных дорог, что обеспечивает возможность широкого внедрения новых технических решений по повышению несущей способности слоев дорожной одежды нежесткого типа путем использования добавок в асфальтобетон, армирующих прослоек и местных материалов (битуминозных песков, засоленных лессовых грунтов).

5. На основе проведенных опытно-технологических работ, мониторинга и диагностики МАД, эксплуатирующихся под интенсивной транспортной нагрузкой, выполнено ранжирование конструкций нежестких дорожных одежд в зависимости от сроков службы для различных дорожно-климатических районов Азербайджанской Республики. Рекомендованы следующие принципиальные решения для разработки конструкций дорожных одежд при проектировании международных автомобильных дорог: *традиционные дорожные одежды; дорожные одежды с применением инновационных материалов; долговечные дорожные одежды.*

6. Выполнено технико-экономическое обоснование применения новых конструкций нежестких дорожных одежд и проведена оценка их эффективности, что позволило обоснованно внедрить их в практику строительства МАД на территории Азербайджанской Республики в объеме более 424 км.

Положения, выносимые на защиту:

– анализ и оценка состояния международных автомобильных дорог в Азербайджане и их влияние на социально-экономические показатели страны;

– разработанное дорожно-климатическое районирование территории Азербайджана на основе проведенных исследований влияния природно-климатических факторов на работу грунтов земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды, содержащих органические вяжущие;

– установленные закономерности изменения расчетного состояния основных видов грунтов земляного полотна автомобильных дорог и их влияние на прочностные (удельное сцепление и угол внутреннего трения) и деформативные (модуль упругости) показатели грунтов;

– разработанные на основе изучения особенностей водно-теплового режима дорожных одежд новые методики определения расчетной влажности и расчетных характеристик грунтов земляного полотна в зависимости от категории автомобильной дороги и сроков ее службы;

– разработанная новая методика определения расчетных значений высоких летних температур и расчетной температуры асфальтобетона с учетом региональных природно-климатических условий;

– новая методика расчета конструкций МАД, позволяющая проектировать дорожную одежду и земляное полотно с таким расчетом, что в течение 30-50 лет переустраиваются только верхние слои дорожной одежды. Эти конструкции в условиях жаркого климата более долговечные вследствие того, что слои дорожной одежды в зоне максимальных растягивающих напряжений имеют больший запас прочности на растяжение при изгибе в условиях высоких температур (при нагреве покрытия до 60-75 °С) по сравнению с традиционно применяемыми пористыми или высокопористыми асфальтобетонами.

– рекомендации по разработке рациональных конструкций дорожных одежд международных автомобильных дорог с учетом предложенного дорожно-климатического районирования, разнообразия и степени засоления грунтов, используемых в земляном полотне, а также по применению нетрадиционных инновационных материалов для строительства нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог Азербайджана, обеспечивающих повышение надежности и сроков их службы;

Личный вклад соискателя

Представленное диссертационное исследование является результатом многолетних исследований автора, выполненных в период с 1980 по 2017 гг. Постановка проблемы, формулирование задач, поиск теоретических и экспериментальных путей их решения, научные и практические рекомендации, их анализ, основные выводы - осуществлены автором лично.

Апробация результатов диссертации

Работа обсуждалась на международных научно-практических конференциях ВУЗов, НИИ и Межправительственного совета дорожников СНГ городов Баку, Москвы, Минска, Риги, Праги, Брно, Душанбе и других, в том числе: на втором всесоюзном совещании по комплексной переработке и использовании нефтестеинозных пород (9-11 октября 1985 г., г. Гурьев, КазССР); научно-практической конференции «Научно-технический прогресс на автомобильном транспорте и дорожном хозяйстве» (июнь, 1986 г., г. Баку); на юбилейной научно-практической конференции Межправительственного совета дорожников «Улучшение эксплуатационного состояния автомобильных дорог и повышение безопасности дорожного движения» (г. Москва 2005 г.); международной научно-практической конференции «Государственно-частное партнерство и перспективы в странах СНГ» (г. Москва-Бишкек 2006); конференции, посвященная юбилею Экспертно-научного совета при Межправительственном совете дорожников «Проблемы повышения качества битума в странах СНГ» (г. Москва 2007); международной научно-практической конференции: «Особенности проектирования и технологии строительства автомобильных дорог» (г. Москва 2009 г.); международной научно-практической конференции: «Пути решения проблем дорожной отрасли СНГ» (г. Омск 2010); международной научно-практической конференции: «Экологически-безопасные дороги» (26.08.2013, г. Брест); международной научно-практической конференции «Современные технологии для улучшения качества дорожных конструкций в условиях Азербайджана», (2013, г. Баку); международной научно-практической конференции «Строительные конструкции», (г. Берлин, 2013); международной научно-практической конференции «Экологически безопасные дороги». (г. Минск 2013г.); международной научно-

практической конференции «Строительство, строительные материалы и технологии» (г. Стамбул, 2014 г.); международной научно-практической конференции «Безопасные дороги». (г. Москва 2014 г.); в академическом издательстве Немецкой Национальной Библиотеки LAP Lambert Academic Publishing с последующим включением библиографической монографии в Немецкий Книжный Каталог (2014 г., Германия); XXIV международной научно-практической конференции: «Инновационный потенциал мировой науки – XXI век», (2014 г., г. Запорожье); международной научно-практической конференции: «Инновации в дорожном строительстве», (2016 г., г. Минск); международной научно-практической конференции «Внедрение новых технологий на дорогах Кыргызстана», (29-30 мая 2017 г., г. Бишкек); международной научно-практической конференции «Транспортные сооружения: состояние и перспективы» (08.06.2017 г., г. Сочи); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы совершенствования науки и техники в области строительства и эксплуатации автомобильных дорог», (05.07.2017, г. Алматы), международной научно-практической конференции «Инновационные технологии для дорожного строительства» (г. Душанбе, 09.11.2017).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 46 работ. Результаты исследований представлены в 3 монографиях и 43 статьях в журналах и других изданиях (из них в 20 - входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Российской Федерации и Республики Беларусь для докторских диссертаций), а также в авторских свидетельствах.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает в себя: введение, семь глав основного текста с изложением результатов исследований, основные выводы, список использованных источников и приложения. Общий объем - 468 страниц, в том числе 178 страниц основного текста, 61 рисунок, 29 таблиц и 18 Приложений. Библиографический список включает 176 наименований, из которых 48 авторские работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено обоснование актуальности темы диссертационного исследования, отмечена новизна и практическая ценность работы.

В первой главе диссертации изложено современное состояние вопроса по разрабатываемой теме. При проведении исследования автор опирался на научные труды д-ров технических наук, проф.: Н.Н. Иванова, В.Ф. Бабкова, А.К. Бируля, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко, А.М. Кривисского, Н.Н. Маслова, В.Д. Казарновского, Л.Б. Гезенцева, Н.В. Горельшова, И.Е. Евгеньева, А.П. Васильева, И.И. Леоновича, Я.Н. Ковалева, В.А. Веренько, А.Я. Тулаева, Б.Б. Телтаева, И.В. Королева, О.А. Красикова, В.П. Носова, В.А. Золотарева, А.М. Алиева, С.К. Алиева, Б.Б. Каримова, Ю.М. Яковлева, В.Н. Яромко и др. в области проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог

В работе учитывались также исследования ведущих дорожных научных центров бывшего СССР – СоюздорНИИ и МАДИ, а также ранее выполненные в республике работы по дорожно-климатическому районированию и совершенствованию конструкций дорожных одежд, д. т. н. А.М. Алиевым, д. т. н. С.К. Алиевым, к. т. н. Я.М. Пиривым, к. т. н. К.А. Алиевым, М.М. Алекперовым, А.И. Абасовым, Н.М. Караисаевым,

А.Г. Биннатовым, М.С. Асадовым, К.Ю. Ахмедовым, И.Г. Бахарчиновым, Э.С. Расуловым, автором и другими.

Показана важность и необходимость учета региональных природно-климатических и грунтово-геологических условий, особенно при строительстве и реабилитации дорог. Наряду с этим актуальным является изучение температурного режима покрытий для обоснованного назначения толщин конструкций дорожных одежд нежесткого типа на международных автомобильных дорогах.

Учет региональных условий и обоснование рациональных конструкций дорожных одежд нежесткого типа дает возможность улучшать прочность и долговечность дорог, увеличивать межремонтные сроки, а также снижать расходы на эксплуатацию автомобильных дорог.

Необходимо отметить, что, несмотря на наличие исследований в этой области, до настоящего момента комплексного, целенаправленного анализа и обобщения в сфере проектирования, строительства и эксплуатации дорожных одежд нежесткого типа, с учетом возрастающих нагрузок на грузонапряженных направлениях автомобильных дорог, в том числе международных, в условиях Азербайджана, выполнено не было.

Одним из направлений совершенствования конструктивных решений дорожных одежд должно быть уточнение расчетных характеристик грунтов и дорожно-строительных материалов, использование новых материалов, а также более обоснованный учет влияния различных критериев прочности одежд при проектировании конструкций на их долговечность в условиях роста расчетных нагрузок.

Постановка и проведение исследований позволят в условиях региона предложить методы проектирования и строительства устойчивого земляного полотна и рациональных конструкций дорожных одежд для МАД, базирующихся на *концепции долговечных дорожных одежд*, которые в целом обеспечат повышение надежности земляного полотна и дорожных одежд в условиях Азербайджана.

Во второй главе изучено состояние и освещены проблемы развития международных автомобильных дорог и показано их влияние на социально-экономические показатели Азербайджана.

МАД рассматриваются как система, приводятся общие понятия и определение МАД, изучается состояние развития сети МАД СНГ в целом и Азербайджанской Республики в частности, а также выявляются особенности их развития.

Международные автомобильные дороги – это совокупность дорог в направлении международных маршрутов, как существующих, так и вновь создаваемых в соответствии с современными транспортно-эксплуатационными характеристиками. Сеть МАД следует рассматривать как систему с соответствующими подсистемами:

– подсистема нормативно-правового обеспечения – комплекс международных договоров и национальных нормативно-правовых актов, регламентирующих развитие МАД;

– подсистема ресурсного обеспечения – совокупность элементов проектирования, строительства и эксплуатации международных автомобильных дорог, а также системы транспортного, инфраструктурного, финансового, технологического обеспечения, включая системы обеспечения безопасности дорожного движения, сохранности грузов и охраны окружающей среды;

– подсистема информационно-логистического обеспечения – объединение средств и правил информационно-документальной организации перевозок грузов и пассажиров, их мониторинга, сбора данных и анализа эффективности использования МАД;

Что касается МАД Азербайджанской Республики, то по подсчетам автора, по ним ежегодно перевозится более 40% внешнеторгового оборота страны. Именно поэтому ведутся большие дорожно-строительные работы на всех международных магистралях, соединяющих Азербайджан с соседними странами.

В стране определены основные особенности и преимущества развития дорог, предопределяющие интеграцию МАД Азербайджанской Республики в сеть европейских и азиатских международных автомобильных дорог. Проведенный анализ и мониторинг автомобильных дорог Азербайджанской Республики дали возможность установить приоритеты развития сети международных автомобильных дорог на основе технико-экономической оценки эффективности инвестиционных проектов. На этой основе разработаны конкретные предложения по развитию МАД в стране. При этом благодаря реабилитации многих участков МАД - скорость автотранспорта выросла от 70-80 км/час до допустимой 120-130 км/час. В связи с тем, что возросла интенсивность движения транспорта и увеличились нагрузки на ось, возникла острая необходимость в повышении категорийности и капитальности международных автомобильных дорог.

Учитывая, что большегрузные автомобили быстрыми темпами разрушают существующие дорожные одежды, необходимо их рассчитывать на нагрузку 13 т на ось. Многие международные автомобильные дороги не отвечают современным нормам по прочности конструкций.

В третьей главе, используя данные наблюдений гидрометеорологических станций на территории Азербайджанской Республики за последние 60 лет, произведен анализ основных природно-климатических факторов, влияющих на работу грунтов земляного полотна и конструктивных слоев нежестких дорожных одежд.

Анализ метеорологических и грунтовых условий позволил установить границы зон и районов по распространению грунтов и высоких температур покрытия.

Годовой ход температуры воздуха и осадков (по месяцам) на Северо-восточных склонах Большого и Малого Кавказа представлен на рисунках 1а,б,в.

Анализ данных наблюдений показывает, что из-за сильного влияния высотной зональности, территория страны достаточно неоднородна по погодным условиям (всего здесь насчитывается 9 природно-климатических зон из существующих на планете 11 типов) по классификации климатов Кёппена.

Средняя температура июля колеблется от 0 °С в высокогорных районах до +26 °С, в низменных, температура января, соответственно, от -10 °С и до +3 °С.

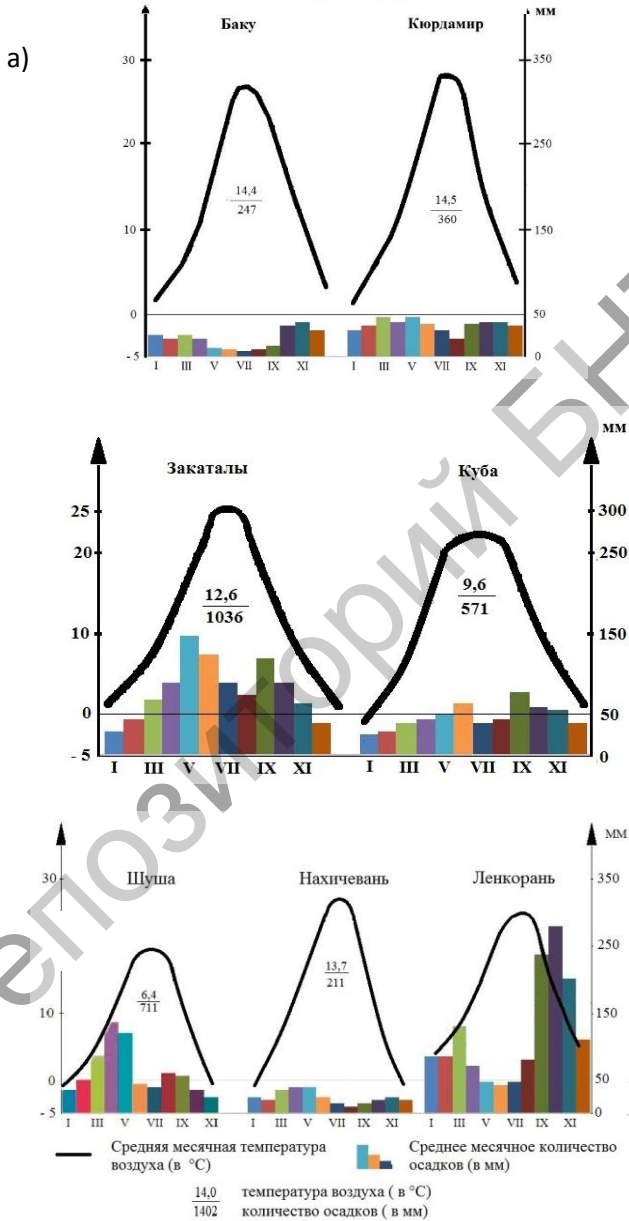


Рисунок 1. – Годовой ход температуры воздуха и осадков (по месяцам)

Режим температуры воздуха и его распределение по территории закономерно формируется в зависимости от особенностей поступающих в страну потоков воздуха, рельефа территории и близости Каспийского моря. Вдоль прибрежных к Каспийскому морю территорий (приблизительно 20 км от моря) температура воздуха к лету немного понижается, зимой, напротив, повышается. Одновременно, в определенной степени, температура смягчает влияние поступающих из Центральной Азии жарких и сухих потоков воздуха.

На основании проведенных исследований и анализа многолетних климатических данных на территории Азербайджана выделено 3 дорожно-климатические зоны - III, IV и V (таблица 1), которые рекомендуются для установления расчетных характеристик грунтов земляного полотна и расчетных температур асфальтобетонных покрытий.

Таблица 1. – Характеристики дорожно-климатических зон и районов Азербайджана

Параметры	Дорожно-климатические зоны						
	III		IV			V	
	Дорожно-климатические районы						
	IIIa	IIIб	IVa	IVб	IVв	Va	Vб
Высота над уровнем моря, м	500÷1000	23÷800	700÷1000	300÷3600	2÷800	28÷200	22÷100
Абсолютно максимальная температура воздуха, °С	33,4	36,4	37,5	41,8	35,0	42,2	39,8

Для более полного учета природно-климатических условий разработаны методы прогнозирования расчетной влажности грунтов по данным наблюдений за промерзанием грунтов и за влажностью грунтов поля. При проектировании дорожных одежд МАД (по классификации СМА) автор считает рациональным иерархический подход к назначению расчетной влажности грунтов земляного полотна:

- для МАД (автобаны) - первый уровень исходных данных;
- для МАД (автомагистралей) - второй уровень исходных данных;
- для МАД I и II категории - третий уровень исходных данных.

Первый уровень требований к исходным данным по грунтам земляного полотна предполагает проведение лабораторных испытаний по определению расчетной влажности грунтов земляного полотна и его модуля упругости или использование многолетних данных наблюдений за влажностью грунтов в естественных условиях. Второй уровень исходных данных рекомендуется устанавливать на основе корреляционных зависимостей, позволяющих по нескольким параметрам, установленным экспериментально, вычислять все другие. Для третьего уровня - по средним значениям.

Осадки в стране не равномерные: 200 -300 мм в год на равнинах (в районе Баку менее 200 мм), 300 — 900 мм в предгорьях, 900 — 1400 мм в высокогорьях Большого

Кавказа, до 1700 мм в пределах Ленкоранской низменности. Наибольшие осадки выпадают на юге Ленкоранской низменности и склонах Талышских гор 1200 - 1700 мм. В Ленкорани максимум осадков приходится на зимний период, в горах и предгорьях - на апрель - сентябрь.

В таблице 2 на основе статистической обработки полученных данных приведены средние значения влажности грунтов, которые используются для определения расчетной влажности грунта рабочего слоя.

Таблица 2. – Среднее значение влажности грунтов

Дорожно-кли-матические рай-оны	Тип местно-сти по усло-виям увлаж-нения	Среднее значение влажности W грунта, доли от Wt			
		Супесь	Песок пыле-ватый	Суглинок легкий и тяжелый	Супесь пылева-тая, суглинок пылева-тый
1	2	3	4	5	6
IIIa	1	0,55	0,57	0,59	0,63
	2-3	0,57	0,61	0,62	0,67
IIIб	2-3	0,53	0,58	0,60	0,65
IVa	1	0,53	0,55	0,56	0,60
	2-3	0,56	0,58	0,59	0,64
IVб	1	0,53	0,54	0,55	0,59
	2-3	0,57	0,57	0,58	0,63
IVв	1	0,52	0,54	0,55	0,58
	2-3	0,54	0,56	0,57	0,62
Va	1	0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3	0,55	0,56	0,57	0,60
Vб	1	0,50	0,52	0,52	0,56
	2-3	0,53	0,55	0,56	0,59

Примечание: Средние значения влажности W грунта в таблице увеличиваются для условий засоления на:
5% при содержании солей до 7%;
7% при содержании солей 7-10%

Амплитуда колебаний температуры асфальтобетонного покрытия существенно отличается от изменения температуры наружного воздуха (рисунок 2).

Наличие данных о температурах асфальтобетона в различные периоды года и величины расчетных температур в различных районах страны, позволил решить вопрос о районировании территории по условиям применения асфальтобетонных покрытий.

Дифференциация дорожно-климатических районов из условий работы асфальтобетонного покрытия основывается на учете максимально высоких для данного района летних температур покрытия, минимальных зимних температур, количества переходов через 0°C, а также общего количества осадков и количества осадков, выпавших в осенний и весенний периоды.

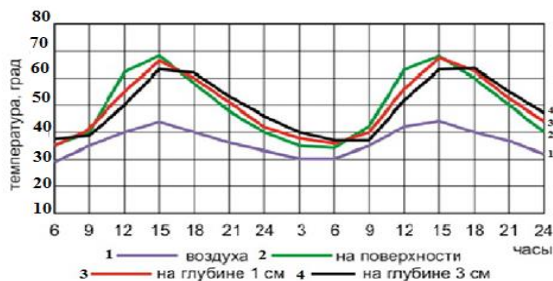


Рисунок 2. – Закономерности нагрева асфальтобетонного покрытия в июле в течение суток (Va ДКР)

Автором предложено дифференцировать нормирование расчетных температур с учетом вертикальной зональности территории в разрезе выделенных 7 дорожно-климатических районов (рисунок 3), в частности в ДКЗ III-IIIa и IIIб; ДКЗ - IV-IVa, IVб и IVв и ДКЗ V-Va и Vб. Дорожный район представляет собой генетически однородную территорию, характеризующую типичными, свойственными только ей климатом, геологией, рельефом местности, внутри которой однотипные дорожные конструкции, в сходных грунтово-гидрологических условиях, должны характеризоваться примерно одинаковой прочностью.

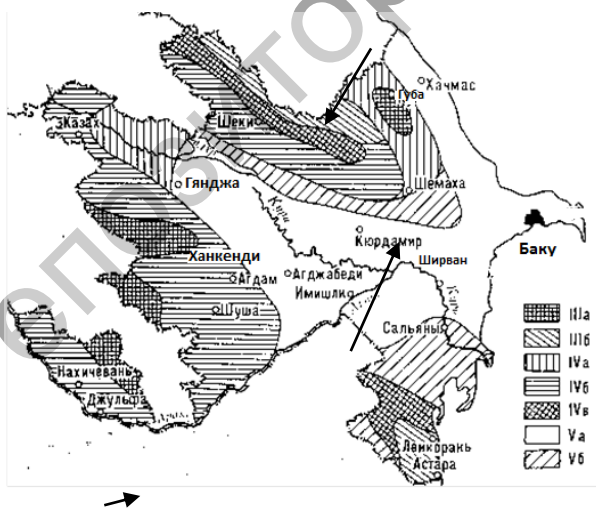


Рисунок 3. – Дорожно-климатические районы Азербайджана

Обобщение имеющихся данных по температурным режимам воздуха и покрытий в каждом дорожно-климатическом районе позволило автору предложить новую эмпирическую зависимость для определения расчетной температуры покрытия:

$$t_n = (t_v)^n - 0,0021n + 25, \quad (1)$$

где t_n – расчетная температура покрытия; °С; t_v – расчетная (максимальная) температура воздуха °С; n – высота объекта над уровнем моря, м, p – корректирующий безразмерный коэффициент.

Параметры этой формулы для дорожно-климатических районов Азербайджана приведены ниже:

Дорожно-климатический район	IIIa	IIIб	IVa	IVб	IVв	Va	Vб
Расчетная (максимальная) температура воздуха, t_v , °С	33,4	36,4	37,5	41,8	35	42,2	39,8
Коэффициент p	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,06	1,09

В результате действия тепла изменяются модули упругости асфальтобетона.

На рисунке 4 показано годовое распределение температуры асфальтобетонных покрытий в Va дорожно-климатическом районе (ДКР) в разрезе месяцев.

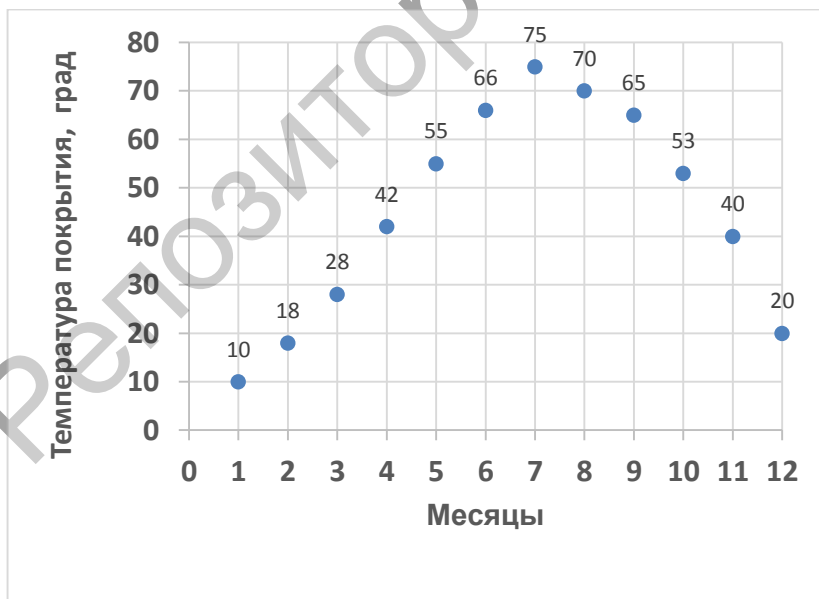


Рисунок 4. – Годовое распределение температуры асфальтобетонных покрытий (Va ДКР)

Наличие данных о температурах асфальтобетона в различные периоды года и величины расчетных температур в различных районах страны, позволяет рассмотреть вопрос о районировании территории по условиям применения асфальтобетонов на битумах различных марок.

Для практического учета влияния температуры на расчетный модуль упругости асфальтобетонов были обобщены соответствующие данные, предлагаемые нормативно-методическими документами. Результаты такого обобщения представлены на рисунке 5, где приведены кривые относительного падения модуля упругости при увеличении температуры.

Как видно из графика в обобщенном виде имеем только две расчетные кривые: одну – для асфальтобетона на битумах БНД 40/60, БНД 60/90 и БНД 90/130 и вторую – для битумов БНД 130/200 и БНД 200/300 (рисунок 6).

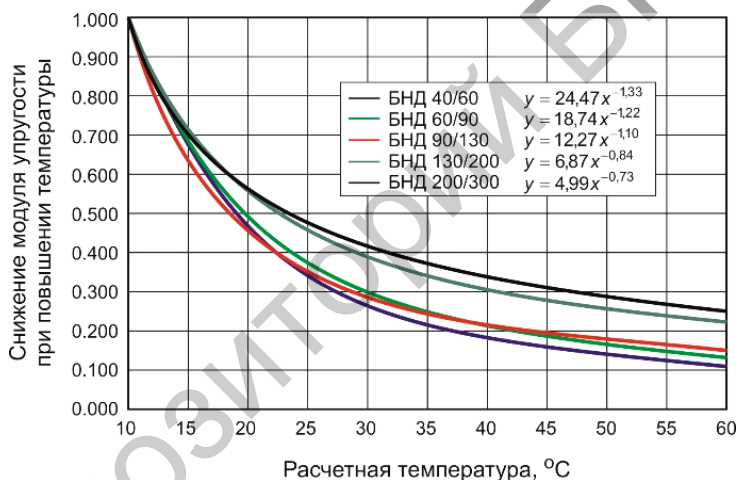


Рисунок 5. - Зависимость модулей упругости асфальтобетона от температуры при разных марках битума

Расчетные характеристики асфальтобетона для условий Азербайджана приведены в таблицах 3 и 4.

Асфальтобетонные слои дорожной одежды рассчитывают на сопротивление сдвигу при длительном действии горизонтальной и вертикальной нагрузки по методике В.А.Веренько. Расчетную температуру принимают 50-75 °C в зависимости от ДКР, а модули упругости асфальтобетона – по таблице 4.

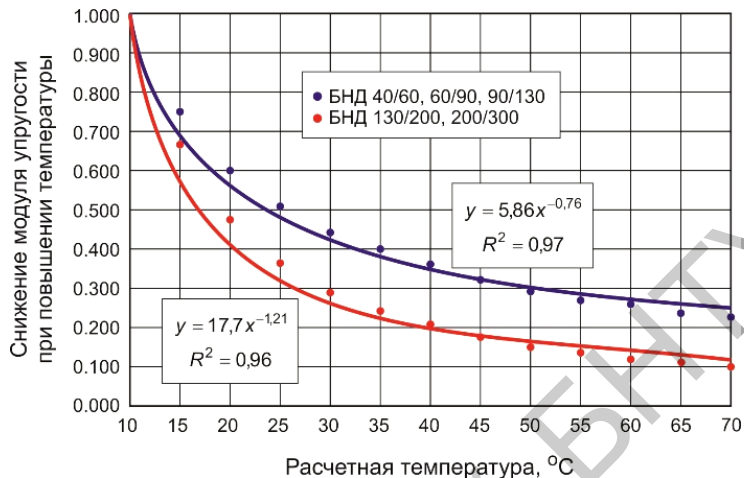


Рисунок 6. – Кривые относительного падения модуля упругости асфальтобетона при увеличении температуры (от $t=+10$ до $+70^{\circ}\text{C}$)

Таблица 3 – Характеристики асфальтобетонov при расчете по допускаемому упругому прогибу и условию сдвигустойчивости под кратковременными нагрузками

Материал	Битум	Кратковременный модуль упругости E, МПа, при температуре покрытия, °C				
		Упругий прогиб		Сдвигустойчивость		
		10 (III)	20 (IV.V)	50	60	70 (75)
Плотный	Вязкий БНД/БН: 40/60; 60/90; 90/130	4400; 3200;	2600; 1800;	520; 460;	450; 400;	380; 360; 320
		2400	1200	420	350	

Таблица 4 – Характеристики асфальтобетонov при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками

Асфальтобетон	Расчетный модуль упругости E, МПа	m	α	Нормативное сопротивление растяжению при изгибе R_o , МПа
Плотный на битуме			□	
БНД/ БН 40/60	6000	6,0	5,0/5,6	10,00
БНД/ БН 60/90	4500	5,5	5,2/5,9	9,80

В четвертой главе рассмотрены особенности грунтово-геологических и природно-климатических условий Азербайджана с точки зрения дорожного строительства и определены расчетные характеристики грунтов земляного полотна для разработки конструкций нежестких дорожных одежд.

Приведена характеристика грунтов земляного полотна, наиболее распространенных в стране. Для правильного их использования в дорожном строительстве проанализированы данные об их происхождении, физико-механических свойствах и даны предложения по их использованию.

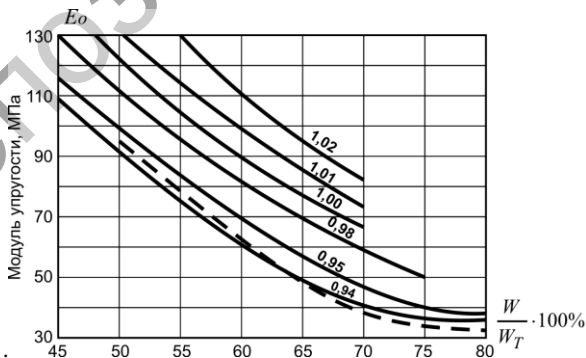
В связи с широким распространением на территории страны лессовых грунтов, часть дорог строится с их использованием. Специфическая особенность этих грунтов заключается в возникновении при их увлажнении неравномерных по характеру и значительных по величине деформаций, они имеют целый ряд других проблем, в частности наличие солей. Водорастворимые соли при увлажнении снижают сопротивляемость грунта внешним нагрузкам, что предложено учитывать путем коррекции влажности (см. таблицу 2).

Просадочность лессовых грунтов обусловлена особенностями процесса формирования и существования в толще грунта макропор, из-за чего они остаются недоуплотненными.

При определении модуля упругости установлено, что при коэффициенте уплотнения 0,95 и выше фактические значения E_0 при оптимальной влажности выше расчетных (рисунок 7).

Представленная на рисунке 7 зависимость модуля упругости E_0 от коэффициента уплотнения, при различной относительной влажности, свидетельствует о повышении E_0 с увеличением степени уплотнения. Очевидно, что каждой величине коэффициента уплотнения при определенной относительной влажности ($W/W_T \cdot 100\%$) соответствует свое значение модуля упругости.

Увеличение плотности с 0,95 до 0,98 при относительной влажности 60% позволяет получить прирост модуля упругости 3 МПа на каждую сотую долю коэффициента уплотнения: с 0,98 до 1,0...2,4 МПа; с 1,0 до 1,02...1,1 МПа.

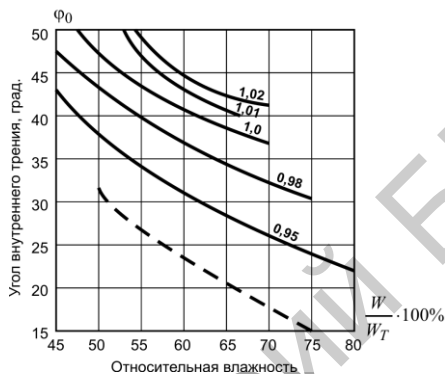


Цифры на кривых – коэффициент уплотнения; --- данные по нормативу

Рисунок 7. – Зависимость статического модуля упругости лессовых грунтов от относительной влажности при разной плотности.

Соответствующее приращение модуля упругости имеет место и для других пределов влажности. Что касается угла внутреннего трения и сцепления, то зависимости φ_0 и C от влажности и степени уплотнения грунта приведены на рисунках 8 и 9, которые аналогичны по характеру изменению величины модуля упругости.

Важной характеристикой природных условий, от которых зависит работа дорожных одежд, являются физико-механические свойства грунтов, используемых при возведении земляного полотна дороги.



Цифры на кривых - коэффициент уплотнения; --- данные по нормативу

Рисунок 8. – Зависимость угла внутреннего трения лессовых грунтов от относительной влажности при разной плотности.

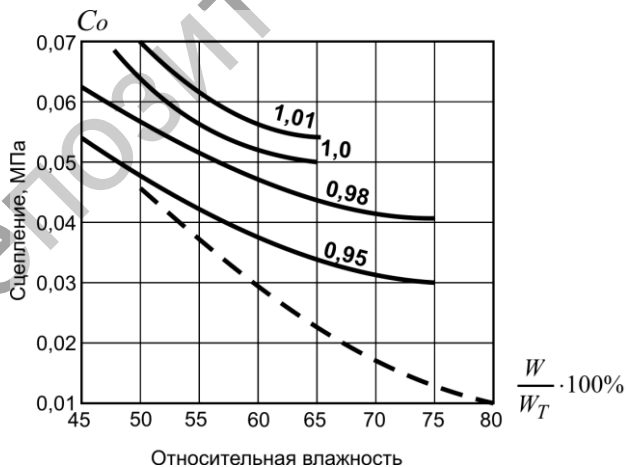


Рисунок 9. – Зависимость сцепления лессовых грунтов от относительной влажности при разной плотности

Влияние относительной влажности на модуль упругости на примере легких и легких пылеватых суглинков, иллюстрируется рисунком 10.

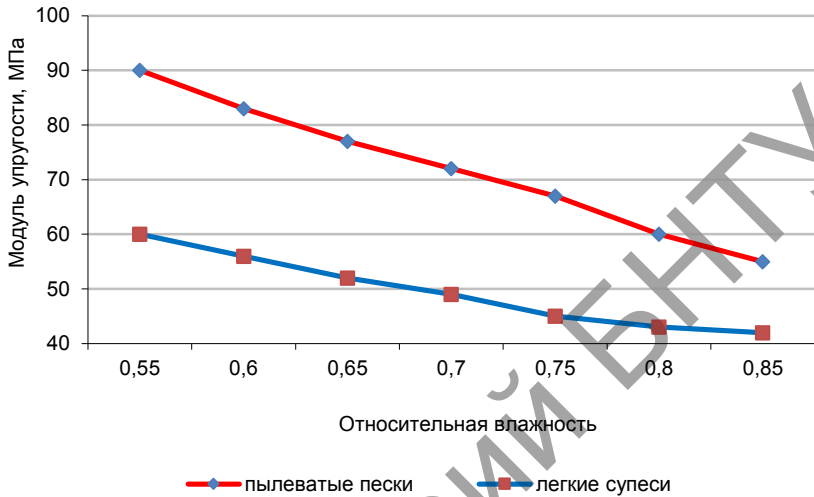


Рисунок 10. – Зависимость модуля упругости грунта земляного полотна от его влажности (грунты легкие и легкие пылеватые суглинки)

На рисунках 11 и 12 приведена зависимость показателей сопротивляемости сдвигу (c , φ) грунтов земляного полотна от расстояния до уровня грунтовых вод.

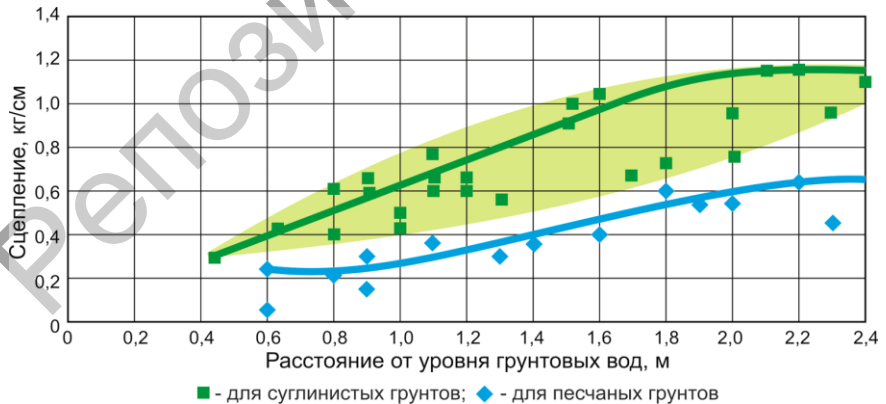


Рисунок 11. – Зависимость сцепления от расстояния уровня грунтовых вод до верха земляного полотна

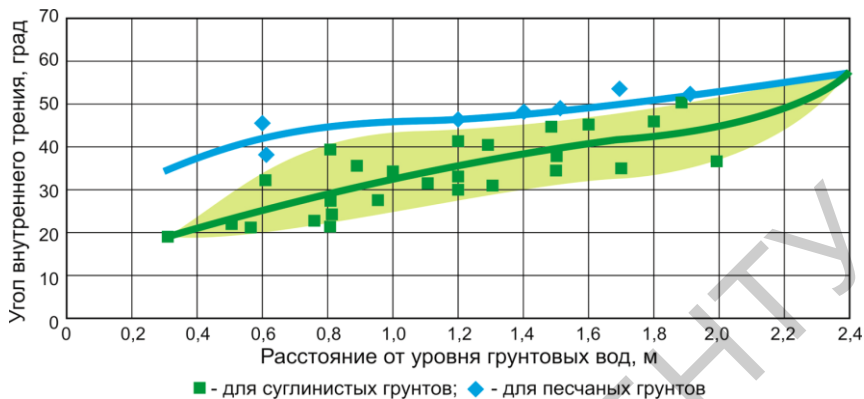


Рисунок 12. – Зависимость угла внутреннего трения от расстояния уровня грунтовых вод до верха земляного полотна

Для водного режима по мере приближения к подошве насыпи и уровню грунтовых вод характерно увеличение относительной влажности, что наиболее резко выражено на дорогах с близким расположением уровня грунтовых вод (рисунок 13).

Как показывают результаты испытаний на сдвиг, грунты мокрых солончаков характеризуются малым сопротивлением сдвигу в связи со значительным увлажнением. Глинистые грунты имеют в июле месяце сцепление $C = 0,025$ МПа на глубине 0,30 м, $C = 0,017$ МПа на глубине 0,60 м и практически полное отсутствие сцепления на глубине 0,90 м. Коэффициент внутреннего трения составляет 0,15...0,18 ($\varphi = 8,5\%$).

Встречающееся засоление грунтов до (7,0-10)% не оказывает вредного воздействия на прочность и устойчивость земляного полотна при наличии водонепроницаемых покрытий. В условиях распространения засоленных грунтов необходимо надежно обеспечивать устойчивость земляного полотна автомобильной дороги. При этом необходимо добиваться коэффициента уплотнения особенно нижней подтапливаемой части насыпи и верхних слоев земляного полотна не менее 0,96...0,98.

В основу развития вертикального дорожно-климатического районирования страны положен фактор температурного режима воздуха и покрытия, характер засоления грунтов и условия распространения различных грунтов (в т.ч. лессовых) на территории страны.

Основываясь на результатах полевых и лабораторных экспериментов, а также математически обоснованного влияния природно-климатических факторов, определяющих состояние грунта в расчетный период, дана оценка состояния грунтов земляного полотна.

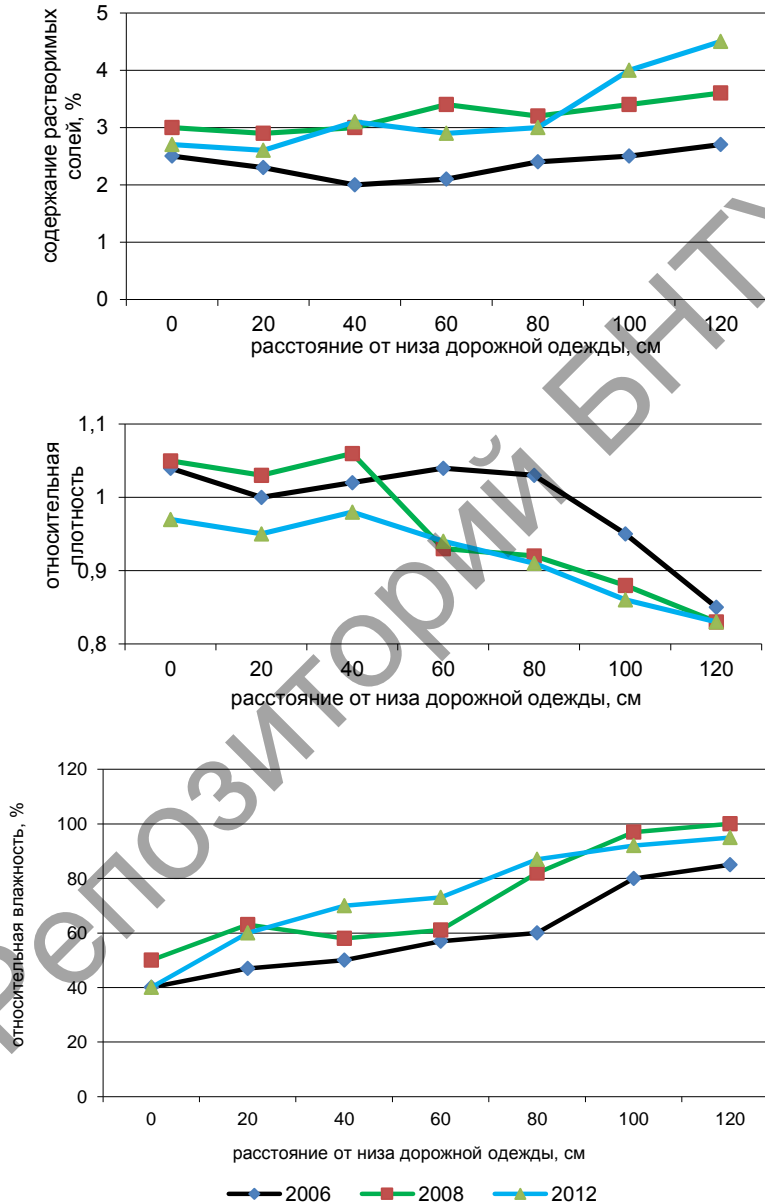


Рисунок 13. – Характеристика грунтов при близком залегании грунтовых вод

Таким образом, несмотря на то, что лессовые грунты являются просадочными и их структура быстро разрушается в водонасыщенном состоянии, автором на основе многочисленных исследований, проводившихся для условий Азербайджана и Средней Азии, а так же на основе собственных наблюдений около 20 лет, установлено, что при оптимальном увлажнении верхнего слоя земляного полотна из лессовых грунтов и его уплотнении различными катками, в том числе комбинированными, можно добиться коэффициента уплотнения верхнего слоя до 1,025, что дает возможность принимать верхний слой земляного полотна, устроенного из лессового грунта в расчет как нижний конструктивный слой основания дорожной одежды.

Анализ полученных данных показывает, что прочность грунтов уменьшается с увеличением влажности. Увеличение влажности на 2% приводит к уменьшению коэффициента сцепления у суглинков тяжелых в среднем на 0,006 МПа, суглинков легких на 0,010 МПа и угла внутреннего трения у суглинков тяжелых в среднем на 3°, суглинков легких на 8°. Оптимальная влажность и максимальная плотность для супесей и суглинков приведена на рисунке 14.

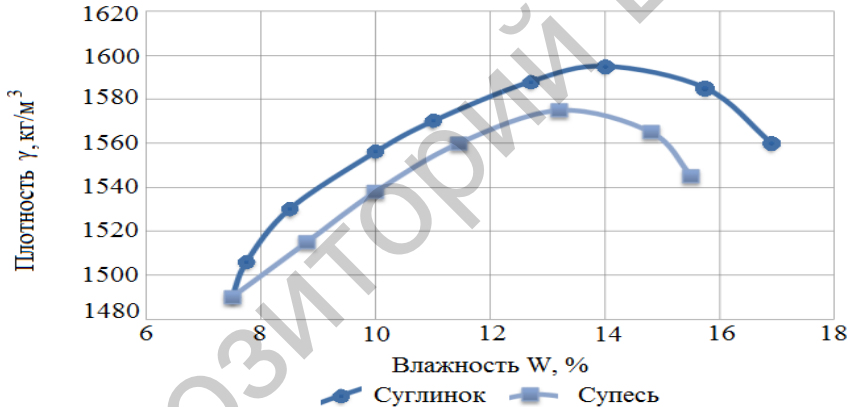


Рисунок 14. – Графики оптимальной влажности и максимальной плотности грунтов

На рисунке 15 приведены зависимости относительной влажности грунтов от расстояния до уровня грунтовых вод. Расчеты показывают, что изменение исходных данных E_y и $W_{отн}$ подчиняются закону нормального распределения.

В результате статистической обработки и проведенных расчетов получены расчетные значения прочностных и деформативных характеристик грунтов в зависимости от их влажности и вида, которые приведены в таблице 5.

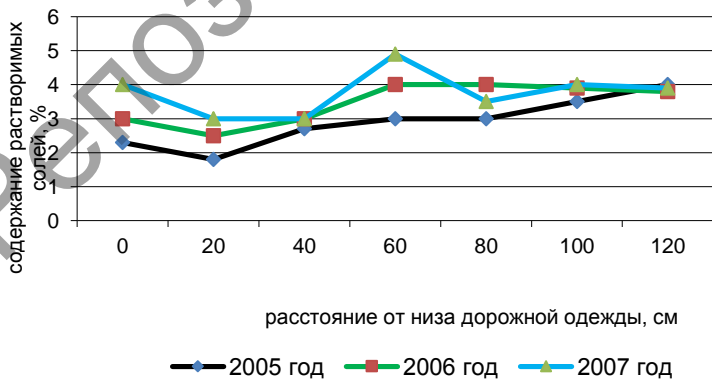
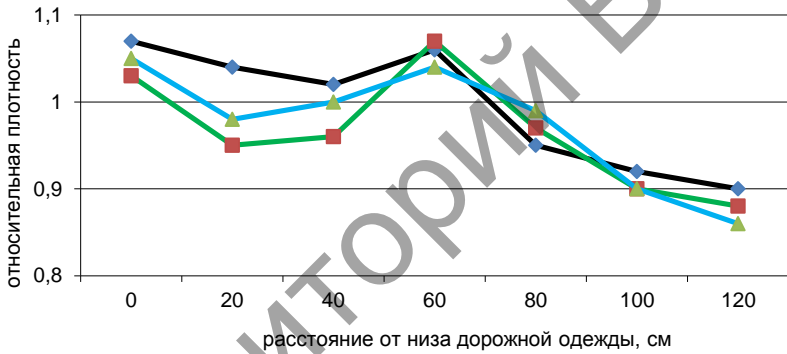
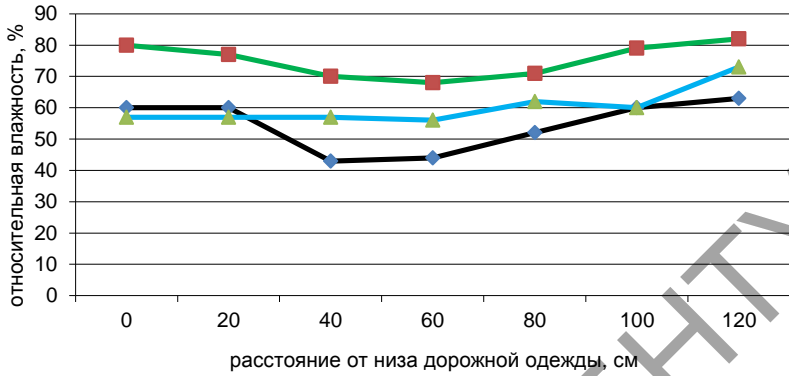


Рисунок 15. - Характеристика грунтов земляного полотна в условиях глубокого (более 1,5 м) залегания грунтовых вод (дороги с покрытием)

Таблица 5. – Расчетные прочностные и деформативные характеристики грунтов

Грунт	Обозначение и измеритель	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли от W_T					
		0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
Супесь легкая	$E_{гр}$, МПа	72	63	57	55	52	48
	$\varphi_{гр}$, град	36	36	35	35	35	35
	$C_{гр}$, МПа	0,014	0,014	0,014	0,013	0,012	0,012
Песок пылеватый	$E_{гр}$, МПа	96	90	84	78	72	66
	$\varphi_{гр}$, град	38	38	37	37	36	35
	$C_{гр}$, МПа	0,026	0,024	0,022	0,018	0,014	0,012
Суглинок легкий и тяжелый	$E_{гр}$, МПа	104	88	70	52	43	35
	$\varphi_{гр}$, град	33	29	26	22	18	16
	$C_{гр}$, МПа	0,042	0,034	0,030	0,026	0,020	0,015
Супесь пылеватая, суглинок пылеватый	$E_{гр}$, МПа	108	90	72	54	46	38
	$\varphi_{гр}$, град	32	27	24	21	18	15
	$C_{гр}$, МПа	0,045	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013

Примечание-Влияние содержания соли учитывается по таблице 2.

В пятой главе диссертации изложены основные положения по конструированию дорожных одежд для условий Азербайджана.

Традиционные методы конструирования дорожной одежды не учитывают характер работы конструктивных слоев в структуре дорожной одежды и предусматривают расположение слоев с убыванием прочностных характеристик материала по глубине. При этом, в нижний слой покрытия укладывают пористый, либо высокопористый асфальтобетон, обладающий наименьшим сопротивлением усталостному разрушению, то есть плохо работающие на растяжение при изгибе и именно в этих слоях и зарождаются первоначальные очаги разрушения.

С позиции реализации концепции долговечных дорожных одежд конструирование следует осуществлять с учетом характера напряженно-деформированного состояния конструктивных слоев дорожной одежды. В настоящее время имеются апробированные конструкции дорожной одежды, устойчивые к усталостному разрушению, у которых модуль упругости самого нижнего слоя асфальтобетона больше чем у слоя, расположенного над ним.

Для долговечных дорожных одежд закономерность изменения модулей упругости такова, что промежуточный слой дорожной одежды, являясь несущим слоем, может иметь более высокий модуль упругости, чем верхний и нижний слой.

При расчете дорожной одежды с любым расположением конструктивных слоев можно воспользоваться методом суммирования жесткостей слоев дорожной одежды, рассматривая дорожную одежду как двухслойную систему: верхний слой как пакет слоев покрытия толщиной H с модулем упругости E_e , нижний слой -как основание с общим модулем упругости E_n , представленным слоем с модулем упругости слоя E_0 , лежащем на упругом полупространстве с модулем упругости $E_{пр}$ (рисунк 16).

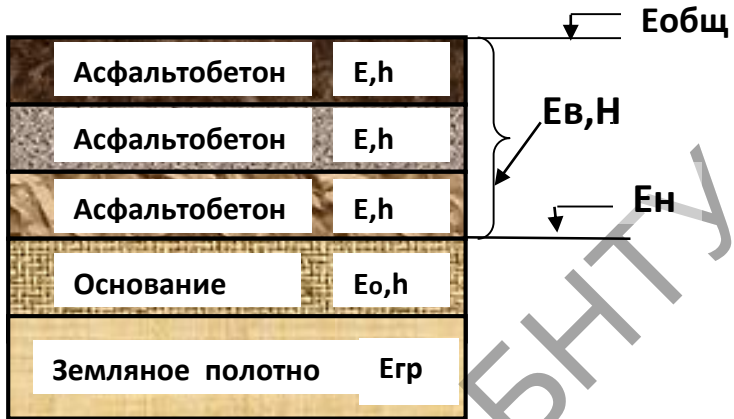


Рисунок 16. – Расчетная схема долговечной дорожной одежды

Для нагрузки A_3 (13 т на одиночную ось автомобиля) значение требуемого модуля упругости дорожной одежды $E_{тр}$ можно вычислить по формуле:

$$E_{тр} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_p) - 3,05] \quad (2)$$

где $\sum N_p$ — число накопленных осей за расчетный срок службы дорожной одежды.

Эквивалентный модуль упругости $E_{общ}$ двухслойной системы покрытие - основание, можно определить по приближенной формуле, вытекающей из решения Б.И. Когана :

$$E_{общ} = E_b(E_n/E_b + 0,25h/D) \quad (3)$$

где: E_b – модуль упругости верхнего слоя;

E_n – модуль упругости нижнего слоя (основания).

Совместное решение уравнений (2) и (3) при условии $E_{общ} = K_{пр} E_{тр}$ (где $K_{пр}$ – коэффициент прочности дорожной одежды) позволяет получить зависимость, которая устанавливает связь между жесткостью дорожной одежды (E_n/E_b), ее толщиной (H/D) и суммарной интенсивностью движения ($\sum N_p$):

$$E_n/E_b = 98,65 \cdot K_{пр} \cdot [\lg(\sum N_p) - 3,05] / E_b - 0,25 H/D \quad (4)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент прочности дорожной одежды.

Для определения модуля упругости верхнего слоя E_b были проанализированы результаты исследований О.А.Красикова, А.М.Кривисского, И.А.Медникова. Наиболее точные значения дает формула, предложенная О.А.Красиковым:

$$E_{cp} = \sum h_i / (\sum h_i / E_i) \quad (5)$$

В результате мы получаем следующий алгоритм проектирования долговечной дорожной одежды:

- определяем модуль упругости E_b слоев асфальтобетона как средневзвешенный для пакета асфальтобетонных слоев по формуле (5).
- по формуле (4) вычисляем отношение E_n/E_b ;
- находим значение E_n .
- подбираем толщину основания и его модуль упругости, для чего используем формулу (3) в которой E_n заменяем на модуль упругости грунта $E_{гр}$ а E_b заменяем на модуль упругости основания $E_{осн}$.

В шестой главе рассмотрены характерные деформации и разрушения покрытий нежестких дорожных одежд, дана оценка результатов расчетов конструкций нежестких дорожных одежд, обосновано использование нетрадиционных материалов для конструкций нежестких дорожных одежд с разработкой предложений по проектированию долговечных нежестких дорожных одежд для международных автомобильных дорог с учетом перспективных нагрузок и региональных природно-климатических условий.

Опытно-производственными работами подтверждена эффективность применения битумосодержащей породы для приготовления горячих асфальтобетонных смесей с устройством предложенных конструкций дорожной одежды, в том числе для МАД. Применение данных пород позволяет сэкономить до 75% нефтяного дорожного битума, до 65% песка, 100% минерального порошка, а при приготовлении битумо-минеральных смесей методом смешения на дороге до 65% нефтяного жидкого битума и 65% песка.

Жаркий климат Азербайджанской Республики вызывает пластические деформации, приводящие к колесобразованию. Из-за высоких температур требуется использование более вязкого битума.

Учитывая, что трещины асфальтобетонных покрытий присутствуют во всех географических зонах страны, как в жарком, так и в холодном климате были выбраны опытные участки в разных климатических районах страны. Большое колебание температур ночью и днем, летом и зимой усиливает старение вяжущего и увеличивает образование трещин. В свою очередь возрастающие транспортные нагрузки еще больше способствуют распространению трещин и приводят к образованию выбоин.

С этой целью на многих опытных участках (таблица 6) улучшали качество битума, что способствовало повышению стойкости асфальтобетонного покрытия к действию природно-климатических факторов, увеличению прочности и сроков службы конструкций нежестких дорожных одежд.

Выбор опытных участков был осуществлен, так чтобы они были расположены на грузонапряженных автомобильных дорогах и покрытия опытных участков содержали все виды повреждений. Выполнение работы стало актуальным еще потому, что если до 1997 года темпы ежегодного роста интенсивности движения на дорогах I – III категорий составляли 3...4%, то в настоящее время они существенно возросли и достигли на дорогах II – III категорий 10...12% (в отдельные годы до 15...18%), а на дорогах I категории – 20...25%, существенно поменялась и

структура транспортного потока. В составе потока до 20...25% автомобилей составляют автопоезда.

Таблица 6. – Использование модификаторов битума и щебеночно-мастичного асфальтобетона на опытных участках, проценты

Опытные участки	Название автомобильной дороги	Полимерный битум		ЩМА		Верхний слой
		Кратон	Элвалой	Полимер битум	Виатоп	Полимер битум
1	Реконструкция автомобильной дороги Азизбековский круг - Международный Аэропорт Гейдар Алиев – пос. Билгах	3,80	1,45	5,80	0,25	
2	Строительство автомобильной дороги пос. Билгах – Сумгаит км 0+00-14+00-км 42+00	3,80	1,45	5,80	0,25	
3	Реконструкция автомобильной дороги пос. Бузовна - Мардакян-Гала	3,80	1,45	5,80	0,25	
4	Капитальный ремонт дороги к Площади Государственного Флага по автомагистрали Баку-Алят-Газах – Грузия км 2+00-км 4+00	3,80	1,45	5,80	0,25	
5	Реконструкция автомобильной дороги Габала - Агдаш км 0+00 –км 22+00		1,45			5,50
6	Строительство автомобильной дороги Баку кольцевая км 14+00-км 21+500	2,80			0,30	5,50
7	Реконструкция автомобильной дороги –Баку - Аляты – Газах – гр.Грузии, км (206-261).	3,60			0,22	5,50
8	Проектирование и строительство новой автодороги от улицы Г.Алиева к ст.метро Кероглы (параллельно пр.З.Буньятова)	3,70	1,45		0,25	

На рисунке 17 приведены графики диагностики ровности асфальтобетонного покрытия (по методу IRI) на участке автомобильной дороги Габала –Агдаш до и после реконструкции.

Верхние две кривые характеризуют ровность покрытия до ремонта (IRI изменяется в пределах 2,21–6,22 мм/м, две нижние кривые - после 7 лет эксплуатации – IRI = 0,67 – 1,68 мм/м (норма 1,5 мм/м при приемке работ). Реконструкция дорожной одежды с применением полимеров в слоях покрытия позволила обеспечить высокую ровность покрытия в течение срока эксплуатации дороги с интенсивностью движения более 2000 расчетных автомобилей с нагрузкой 11,5 т на ось.

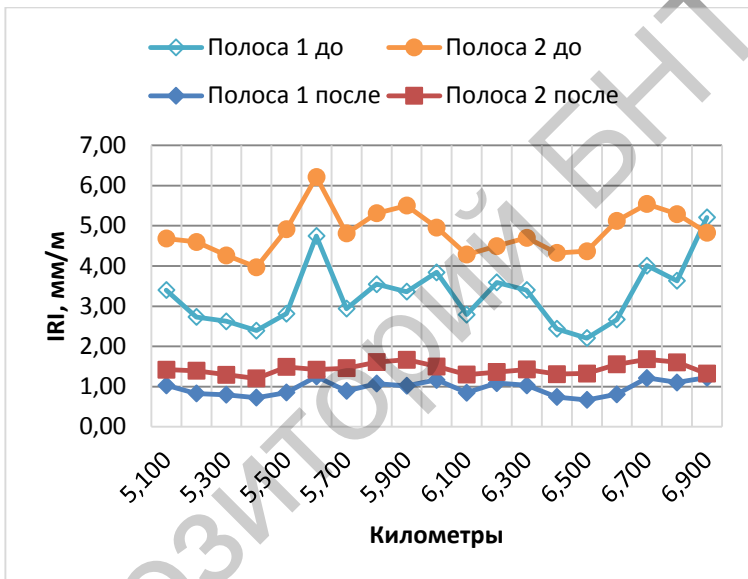


Рисунок 17. – Ровность асфальтобетонного покрытия на а/д Габала –Агдаш до и после реконструкции дороги

Дан анализ полученного экспериментального материала с позиции определения прямых и косвенных признаков различных деформаций и разрушений на МАД, который позволил обосновать целесообразность включения отдельных видов повреждений в каталог деформаций и разрушений.

Проведенные расчеты конструкций дорожных одежд, наиболее часто применявшихся в стране, показали, что наиболее жесткие условия расчета заложены в методике, рекомендуемой в МОДН 2-2001. Эти условия наследуют рекомендации, отраженные в ВСН 46-83, основывающиеся на масштабных многолетних исследованиях, выполнявшихся в 70-80 годы, коллективами научных работников СоюздорНИИ и его филиалов, МАДИ, Союздорпроекта, Гипродорнии РСФСР и ряда других организаций.

Для уточнения требуемых значений расчетных критериев и параметров в условиях возрастающих нагрузок и движения, необходимы многолетние натурные наблюдения за конструкциями, рассчитанными по МОДН 2-2001, что выполнено автором.

Существует несколько путей решения этой задачи:

- принятие мер по снижению сдвигающих напряжений, возникающих в рабочем слое от внешней нагрузки. Этот путь может быть реализован в различных вариантах: повышение толщины дополнительного слоя основания или толщин конструктивных слоёв; применением в конструкции материалов с более высокими характеристиками деформативности (более высокими модулями упругости), в частности за счет укрепления вяжущими дисперсных материалов (щебня) или за счет армирования;

- принятие мер по повышению сопротивляемости сдвигу грунта рабочего слоя. Этот путь может предусматривать: улучшение грунтов слоя; за счет повышенного уплотнения и обработки их стабилизаторами; укрепление грунтов рабочего слоя вяжущими; армирование рабочего слоя, в том числе геосинтетикой.

Анализ показывает, что наиболее простым и разработанным методом повышения сдвигоустойчивости может служить укрепление грунта вяжущими, в частности, цементом, гудроном, тяжелой нефтью, битумосодержащими породами или известью.

Далее дана общая стратегия решения проблемы и для совершенствования конструкций нежестких дорожных одежд для условий страны и предложены решения проблемы следующими путями:

- уточнение расчетных параметров традиционных конструкций нежестких дорожных одежд в реальных условиях эксплуатации жаркого климата Азербайджана;

- применение современных дорожно-строительных материалов в традиционных конструкциях;

- использование нетрадиционных конструкций нежестких дорожных одежд.

В целом применяя геосинтетики, решили следующие цели:

- повышение долговечности конструкций земляного полотна и дорожных одежд; снижение материалоемкости конструкций; упрощение технологии; повышение качества работ; уменьшение объемов переделок (дополнительных работ); повышение культуры производства.

Устройство конструктивных прослоек в рабочем слое земляного полотна и в дорожной одежде имеет много вариантов (рисунок 18):

- дренажные прослойки как самостоятельные, так и в качестве фильтров против заливания при песчаных слоях. Толщину песчаного слоя в данном случае можно уменьшить на 20%;

- капилляропрерывающие слои для защиты от увлажнения снизу. Применяются взамен слоев из дискретных материалов, что упрощает технологию;



Рисунок 18. – Устройство конструктивных прослоек из геосинтетики в рабочем слое земляного полотна и дорожной одежды

- гидроизолирующие слои могут устраиваться из геотекстилей, пропитанных битумом или из геосинтетических водонепроницаемых материалов;
- термоизолирующие слои из пенопласта снижают глубину промерзания и позволяют уменьшить или исключить морозное пучение при пучинистых грунтах земляного полотна;
- армирующие прослойки в основании дорожной одежды могут применяться для повышения несущей способности щебеночных оснований (при недостаточной их толщине);
- армирующие прослойки в асфальтобетонном покрытии могут применяться для торможения развития отраженных трещин и для повышения сдвигоустойчивости покрытия.

Повышение устойчивости к образованию колеи, усталости, образованию трещин, восприимчивости к температурным колебаниям привели к замене традиционного вяжущего на вяжущее модифицированное полимерами.

Многочисленные лабораторные и дорожные испытания показали, что использование элвала, крата и суперпласта значительно снижает пластическую деформацию и образование колеи на асфальтобетонных покрытиях при высоких температурах.

На основе полного набора экспериментальных данных можно заключить, что использование элвала, крата и суперпласта в качестве добавки представляет перспективным, в частности, учитывая способность смеси сопротивляться деформации и образованию усталостных трещин

Применение битума с добавками полимерных компонентов позволит:

- продлить срок службы покрытий за счет повышения прочности и устойчивости асфальтобетона к деформациям при положительных и отрицательных температурах.

турах, а также в результате повышения водоустойчивости и морозостойкости асфальтобетона, продлить строительный сезон благодаря возможности укладки и уплотнения смеси при пониженных температурах воздуха;

– сократить энергоемкость процесса приготовления смеси за счет снижения температуры смешения минеральных материалов с вяжущим и повысить производительность работ при устройстве покрытий за счет лучшей уплотняемости смеси, сократить расход битума и, самое главное, улучшить эксплуатационные качества и увеличить сроки службы покрытий.

Предел прочности при сдвиге повысился от 0,22 МПа в образцах без добавки «Суперпласт» до 0,24...0,28 в образцах с применением 5-ти процентного модификатора, при этом показатель стекания соответствует требованиям ГОСТ (0,1%). Технологические требования по соблюдению температурных режимов приведены в таблице 7. В результате испытаний установлено, что модификатор «Суперпласт» в количестве 4...5% от массы битума по сравнению с традиционным ЩМА 20 позволяет: понизить водонасыщение в среднем на 10...17%; увеличить предел прочности при сжатии при 20°C на 20...45%, увеличить предел прочности при сжатии при 50°C на 40...88%; увеличить предел прочности при расколе на 10%; повысить сцепление образцов при сдвиге на 25...35%. Идентичные результаты получены с использованием модификаторов элвалой и кратон.

В целях оценки наиболее распространенных конструкций нежестких дорожных одежд, в т.ч. в горных условиях и жаркого климата были обобщены данные по конструкциям нежестких дорожных одежд по странам СНГ.

Таблица 7. – Технологические требования по соблюдению температурных режимов

Вид смеси	Температура смеси, °С при выгрузке в бункер, не менее			
	Марка вяжущего по глубине проникания иглы, 0,1мм, при температуре 25°С			
	40...60	61...90	91...130	131...200
ЩМА-10; ЩМА-15; ЩМА-20	150	145	140	135

Примеры проектирования конструкции нежестких дорожных одежд в горных условиях стран СНГ показывают, что основу расчета и конструирования нежестких дорожных одежд составляет бывший ВСН 46-83 и сегодня переработанные во многих странах применительно к местным условиям ТНПА.

Анализ показывает, что опыт использования конструкции нежестких дорожных одежд в условиях Казахстана с учетом нагрузки на ось 13 тонн заслуживает наибольшего внимания, тем более, что они проектируют и строят международные автомобильные дороги под эту нагрузку на протяжении 9 лет.

В связи с этим дифференциация дорожно-климатических зон из условий работы асфальтобетонного покрытия основывается на учете максимально высоких для данного района летних температур покрытия, минимальных зимних температур, количества переходов через 0°C, а также общего количества осадков и количества осадков, выпавших в осенний и весенний периоды.

В *седьмой главе* в результате проведенных исследований предложены три типа принципиальных решений конструкций дорожных одежд (в зависимости от срока службы T_{cl}) для проектирования международных автомобильных дорог:

- традиционные дорожные одежды (T_{cl} = 10-15 лет);
- дорожные одежды с применением инновационных материалов (T_{cl} = 15-30 лет);
- долговечные дорожные одежды (T_{cl} = 30-50 лет).

Для традиционных дорожных одежд (таблица 8) используются широко распространенные материалы (высокоплотные, а также плотные асфальтобетоны типов А и Б для верхнего слоя покрытия, плотные и пористые асфальтобетоны для нижнего слоя покрытий и оснований на традиционных битумах. При приготовлении смесей для устройства оснований могут широко использоваться вяжущие из местных битумосодержащих пород, широко распространенных в Азербайджане.

Таблица 8. – Традиционные дорожные одежды

ТРАДИЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ				
Категория дороги	Толщина конструктивных слоев покрытия, см			Общая толщина покрытия, см
	Верхний слой покрытия (слой качения, износа)	Промежуточный слой покрытия (несущий слой)	Нижний слой покрытия	
I, II	Горячие смеси для высокоплотного и плотного асфальтобетона типов А, Б, марки I (5-8 см)	Горячие смеси для плотного и пористого асфальтобетона марки I (5-8 см)	Горячие смеси для пористого асфальтобетона марки I, в т. ч. на вяжущем из битумосодержащих пород (7-12 см)	17-28
III	Горячие смеси для высокоплотного и плотного асфальтобетона типов А, Б, марки II (5-8 см)	тоже, марки II (5-8 см)	Горячие смеси для высокопористого асфальтобетона марки II, в т. ч. на вяжущем из битумосодержащих пород (7-12 см)	17-28

В последние годы при строительстве дорожных одежд все более широкое распространение находят инновационные материалы (таблица 9). Это щебеночно-мастичные асфальтобетоны, в том числе на модифицированном полимерами битуме, армирующие и трещинопрерывающие прослойки из геосеток и георешеток, изготовленные из пластмасс и стекловолокна.

Таблица 9. – Дорожные одежды с применением инновационных материалов

ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ				
Категория дороги	Толщина конструктивных слоев покрытия, см			Общая толщина покрытия, см
	Верхний слой покрытия (слой качения, износа)	Промежуточный слой покрытия (несущий слой)	Нижний слой покрытия	
I, II	Горячие смеси для высокоплотного и плотного асфальтобетона типов ЩМА, А марки I, в том числе на модифицированном битуме (5 – 8 см)	Горячие смеси для плотного и пористого асфальтобетона марки I (6 – 8 см)	Горячие смеси для пористого асфальтобетона марки I, в т. ч. на вяжущем из битумосодержащих пород (7 – 10 см) Армирующие прослойки из геосеток	18-26
III	Горячие смеси для высокоплотного и плотного асфальтобетона типов ЩМА, А, Б, марки II (5 – 8 см)	тоже, марки II (6 – 8 см)	Горячие смеси для высокопористого асфальтобетона марки II, в т. ч. на вяжущем из битумосодержащих пород (7 – 10 см)	18-26

Значительный интерес представляют так называемые долговечные дорожные одежды (таблица 10). Они более устойчивы к усталостному разрушению, поскольку прочность на растяжение при изгибе самого нижнего слоя асфальтобетона больше чем у слоя, расположенного над ним.

Таблица 10. – Долговечные дорожные одежды

ДОЛГОВЕЧНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ						
Категория дороги	Толщина конструктивных слоев дорожной одежды, см					Общая толщина дорожной одежды, см
	Верхний слой покрытия (слой качения, износа)	Промежуточный слой покрытия (несущий слой)	Нижний слой покрытия (противостояние усталостным явлениям)	Основание		
				Укрепленные	Неукрепленные	
I	ЩМА (5-8 см), в том числе на модифицированном битуме	Тип А (7 – 10 см)	Тип Б на модифицированном битуме (8-10 см)	20–25 см	–	40–53

Окончание таблицы 10

II	ЩМА (5-8 см), в том числе на модифици- рованном битуме	Тип А (7 – 10 см)	Тип Б на модифи- цированном битуме (8-10)	16-25 см	(20-40 см) – Арми- рующе- щие про- слойки из гео- сеток	36-53
----	---	-----------------------	---	----------	---	-------

Технико-экономический анализ показал, что максимальные затраты на строительство, ремонты и содержание получены для дорожной одежды, запроектированной по принципу долговечных дорожных одежд (относительный показатель инвестиций 1,33). В тоже время, несмотря на большие первоначальные затраты для этой дорожной одежды за счет продления межремонтных сроков получен минимальный относительный показатель дисконтированных расходов (0,91).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные теоретические и лабораторные исследования, опытно-технологические и внедренческие работы, приведенные в диссертации, позволяют представить следующие итоговые выводы:

1. Показана возрастающая роль МАД в социально-экономическом развитии Азербайджанской Республики по созданию и совершенствованию сети дорог и улучшению их состояния путем повышения несущей способности дорожных одежд [1-3, 14, 18, 19, 34, 35, 39 – 41].

2. Теоретически обоснована возможность повышения несущей способности существующих дорожных одежд международных автомобильных дорог за счет увеличения сопротивляемости растяжению при изгибе нижних слоев покрытия и слоев основания, повышения сдвигоустойчивости грунтов земляного полотна [1, 5, 10, 12, 15, 20, 24, 38].

3. Выполнено дорожно-климатическое районирование территории Азербайджана с учетом вертикального зонирования территории с установлением расчетных (высоких) температур асфальтобетонных покрытий и распространения различных грунтов для возведения земляного полотна (в том числе засоленных и лессовых), что позволяет повысить точность расчетов при конструировании дорожных одежд, воспринимающих тяжелые транспортные нагрузки, характерные для МАД (11,5 и 13,0 тонна на ось) [1, 9, 11, 13, 21, 22, 37, 38, 42].

4. Предложена усовершенствованная методика расчета конструкций нежестких дорожных одежд, учитывающая высокую несущую способность уплотненных и армированных слоев земляного полотна и основания, обеспечивающую высокий модуль упругости нижних слоев, воспринимающих максимальные растягивающие напряжения от действия тяжелого транспорта на МАД [20, 34, 39, 43-46].

5. Усовершенствована нормативная база для проектирования и строительства международных автомобильных дорог, что обеспечивает возможность широкого

внедрения новых технических решений по повышению несущей способности слоев дорожной одежды нежесткого типа путем использования добавок в асфальтобетон, армирующих прослоек и местных материалов (битуминозных песков, засоленных лессовых грунтов) [4, 6 - 8, 16, 17, 22, 23 - 28, 29 - 33, 36, 42, 45, 46].

6. На основе проведенных опытно-технологических работ, мониторинга и диагностики МАД, эксплуатирующихся под интенсивной транспортной нагрузкой, сделано ранжирование конструкций нежестких дорожных одежд в зависимости от сроков службы для различных дорожно-климатических районов Азербайджанской Республики. Рекомендованы следующие принципиальные решения для разработки конструкций дорожных одежд при проектировании международных автомобильных дорог: **традиционные дорожные одежды; дорожные одежды с применением инновационных материалов; долговечные дорожные одежды.**

Выполнено технико-экономическое обоснование применения новых конструкций нежестких дорожных одежд и проведена оценка их эффективности, что позволило обоснованно внедрить их в практику строительства МАД на территории Азербайджанской Республики в объеме более 424 км [10, 11, 14, 15, 20, 36, 47, 48].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Практическую значимость полученных результатов составляют:

- вертикальное дорожно-климатическое районирование Азербайджана;
- дифференциация расчетной влажности грунтов земляного полотна и методы ее определения, уточнение деформативных и прочностных показателей грунтов и материалов с применением органических вяжущих с учетом высокой расчетной температуры покрытий;
- разработка предложений по использованию добавок в битум и асфальтобетонную смесь;
- конструктивно-технологические решения, которые обеспечивают повышение надежности и долговечности нежестких дорожных одежд, особенно верхних слоев покрытия, в условиях страны с учетом перспективного роста осевых нагрузок и концепции долговечных дорожных одежд.

При разработке конструкций нежестких дорожных одежд учтен рост нагрузок на ось автомобильного транспорта не менее 13 тонн, местные природно-климатические условия, использование современных дорожно-строительных материалов, в том числе стабилизирующих и улучшающих добавок в асфальтобетонные смеси и битум, геотекстильных материалов и георешеток.

В результате проведенных исследований рекомендованы следующие принципиальные решения для разработки конструкций дорожных одежд при проектировании международных автомобильных дорог, учитывающие категорию дорог и срок их службы: **традиционные дорожные одежды; дорожные одежды с применением инновационных материалов; долговечные дорожные одежды.** Это позволяет при проектировании дорожных одежд нежесткого типа более обосновано назначать их толщину и оптимизировать конструкцию в целом.

Разработанные нормативные документы позволили осуществить широкое внедрение разработок. Результаты исследований внедрены в течение 2006 - 2016 гг. при строительстве и модернизации более 424 км международных автомобильных дорог (в пересчете на 4-х полосные) в различных регионах страны.

Результаты работы могут быть использованы:

- при разработке программы и плана развития как международных автомобильных дорог, так и дорог общего пользования в Азербайджанской Республике;
- при совершенствовании норм проектирования нежестких дорожных одежд для условий Азербайджанской Республики.
- при разработке типовых конструкций нежестких дорожных одежд для международных автомобильных дорог и дорог общего пользования

Реализация работы. Результаты исследований использованы при составлении нормативных документов в стране:

Региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий (Москва 1988);

Рекомендации по оценке качества содержания и текущего ремонта, автомобильных дорог (НПЦ, Баку, 1994);

Рекомендации по уплотнению битумоминеральных смесей (НПЦ, Баку, 1995;

СТП 001-2007 Проектирование долговечных нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог Азербайджана. Стандарт предприятия ООО «АзВирт» (Баку 2007);

Рекомендации по проектированию нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Азербайджана. ОАО «Азеравтоюл (Баку, 2017).

Результаты исследований рекомендуются к использованию в организациях, занимающимися проектированием и строительством международных автомобильных дорог Азербайджанской Республики, что позволит эффективно применять местные материалы и обеспечить экономию материальных, энергетических и трудовых затрат.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**Монографии**

1. Ахмедов, К. М. Современные конструкции дорожных одежд (для условий Азербайджана) / К. М. Ахмедов – Москва: МПК, 2012. – 287 с.
2. Ахмедов, К. М. Международные автомобильные дороги / К. М. Ахмедов, Б. Б. Каримов. – Москва: Интрансдорнаука, 2013. – 398 с.
3. Ахмедов, К. М. Конструкции нежестких дорожных одежд для международных дорог в условиях нарастающих нагрузок (для условий Азербайджана), / К. М. Ахмедов / Германия. – LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 92 с.

Статьи в рецензируемых научных журналах

4. Алиев, Р. М. Асфальтобетон из активированной цементной пыли / Р. М. Алиев, К. М. Ахмедов // Ученые записки. -Х серия. Азербайджанский инженерно-строительный институт. – 1976. –№ 4. – С. 37–40.
5. Алиев, Р. М. Измерение горизонтальных и вертикальных напряжений в конструктивных слоях дорожной одежды / Р. М. Алиев, К. М. Ахмедов // Труды МАДИ – Москва, 1978. – Вып. 150. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог. – С. 79–83.
6. Плотникова, И. А. Исследование битумосодержащих пород месторождения Умбаку в целях использования их для дорожного строительства. / И. А. Плотникова,

М. Б. Сокальская, К. М. Ахмедов // Труды СоюздорНИИ. – Москва, 1981. Совершенствование технологии строительства асфальтобетонных и других черных покрытий. – С. 119–125.

7. Плотникова, И. А., Исследования битумосодержащих пород Азербайджанской ССР в целях использования их для устройства конструктивных слоев дорожных одежд / И. А. Плотникова, М. Б. Сокальская, К. М. Ахмедов // Труды СоюздорНИИ. – Москва, 1984. Асфальтобетон с использованием местных материалов и побочных продуктов промышленности. – С. 48–53.

8. Ахмедов, К. М. Перспективы использования природных битумов Азербайджана / К. М. Ахмедов // Автомобильные дороги. – 1986. – № 8. – С. 12–13.

9. Алекперов, М. М. Дорожно-климатическое районирование Азербайджана / М. М. Алекперов, Н. М. Карайсаев, К. М. Ахмедов // Автомобильные дороги. – 1989. – № 2. – С. 24–25.

10. Ахмедов, К. М. Инновационные технологии по совершенствованию конструкций дорожных одежд в условиях Азербайджанской Республики / К. М. Ахмедов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2013. – № 2(33). – С. 52–55.

11. Ахмедов, К. М. Применение местных грунтов для земляного полотна в Азербайджане / К. М. Ахмедов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. – № 4. – С. 25–27.

12. Ахмедов, К. М. Грузовые перевозки на большегрузных автомобилях должны осуществляться по безопасным дорогам / К. М. Ахмедов // Автотранспортное предприятие. – 2013. – № 7. – С. 38–40.

13. Ахмедов, К. М. Изучение особенностей погодно-климатических факторов для разработки вертикального дорожно-климатического районирования Азербайджана / К. М. Ахмедов. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2014. – № 1(36). – С. 87–89.

14. Ахмедов, К. М. Современные требования к международным автомобильным дорогам / К. М. Ахмедов, Б. Б. Каримов // Автомобильные дороги и мосты. – 2014. – № 2(14). – С. 31–34.

15. Ахмедов, К. М. Повышение надежности дорожных одежд за счет применения новых материалов и технологий / К. М. Ахмедов - Автомобильные дороги и мосты. – 2014. – № 2(14). – С. 57–60.

16. Каримов, Б. Б. Дорожная отрасль СНГ (некоторые проблемы и пути их решения) / Б. Б. Каримов, К. М. Ахмедов // Транспортное строительство. – 2014. – № 1. – С. 14–15.

17. Каримов, Б. Б. Дорожная отрасль СНГ (некоторые проблемы и пути их решения) / Б. Б. Каримов, К. М. Ахмедов // Транспортное строительство. – 2014. – № 2. – С. 4–8.

18. Ахмедов, К. М. Особенности развития международных автомобильных дорог СНГ / К. М. Ахмедов, С. Б. Каримов // Транспортное строительство. – 2014. – № 3. – С. 3–7.

19. Ахмедов, К. М. Автопробег по международной автомобильной дороге / К. М. Ахмедов, С. Б. Каримов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 1. – С. 41–44.

20. Ахмедов, К. М. Изучение особенностей погодно-климатических факторов для разработки вертикального дорожно-климатического районирования Азербайджана / К. М. Ахмедов. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2014. – № 1(36). – С. 87–89.

21. Яромко, В. Н. К вопросу проектирования долговечных дорожных одежд / В. Н. Яромко, К. М. Ахмедов // Автомобильные дороги и мосты. – 2017. – № 1(19). – С. 14–19.

22. Ахмедов, К. М. Исследование температурных режимов асфальтобетонных покрытий / К. М. Ахмедов // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – № 1(103). – С. 121–124.

23. Ахмедов, К. М. Прогнозирование расчетной влажности лессовидных грунтов земляного полотна / К. М. Ахмедов // Автомобильные дороги и мосты. – 2017. – № 1(19). – С. 46–49.

Статьи в сборниках трудов и докладов конференций

24. Ахмедов, К. М. Битуминозность мейзокайнозойских отложений и изучение пригодности их использования в различных отраслях народного хозяйства / К. М. Ахмедов, В. С. Харитонов // НТО ЦНИГРА. – Баку, – 1982. – С. 182.

25. Ахмедов К. М., Применение мраморной крошки для изготовления декоративных изделий, используемых в дорожно-строительных работах. / К.М.Ахмедов, И.Г.Бахарчинов. // ИЛ АзНИИНТИ. Сер. «Строительство и стройиндустрия». – 1982. – № 38. – 2 С.

26. Мехтиеv, Ш. Ф. Анализ и обобщение материалов по месторождениям битуминозных пород и скоплениям природного битума Западного Азербайджана с целью выявления возможностей их использования в дорожном строительстве / Ш. Ф. Мехтиеv, З. А. Буниат-заде, В. А. Туския, К. М. Ахмедов, И. С. Белов, Т. Н. Гасаналиева, Р. С. Надилов. – Баку. – 1984. – 176 С.

27. Ахмедов, К. М. Перспективы использования побочных продуктов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Научно-практическая конференция / К. М. Ахмедов // Научно-технический прогресс на автомобильном транспорте и дорожном хозяйстве. – Баку, – 1986. – 43 С.

28. Ахмедов, К. М. Горячие асфальтобетонные смеси с природными битумами жидкой консистенции. ЭИ ЦБНТИ / К. М. Ахмедов // ЭИ ЦБНТИ Автомобильные дороги. – Москва, 1987. – № 10. – С. 34–38.

29. Ахмедов, К. М. Структурирование природных битумов с добавками высоковязких продуктов и отходов нефтехимической промышленности / К. М. Ахмедов // Сб.: Нефтебитуминозные породы: достижения и перспективы. – Алма-Ата, 1988. – С. 15–18.

30. Ахмедов, К. М. Бакинский транспортный узел / К. М. Ахмедов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2008. – № 02. – С. 17.

31. Ахмедов, К. М. Развитие опорной сети магистральных дорог / К. М. Ахмедов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2011. – № 01. – С. 65–67.

32. Ахмедов, К. М. Конструирование дорожных одежд с учетом природно-климатических условий Азербайджана / К. М. Ахмедов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2012. – № 05. – С. 57-60.

33. Ахмедов, К. М. Современные конструкции дорожных одежд нежесткого типа для условий Азербайджанской Республики / К. М. Ахмедов, Б. Б. Каримов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2012. – № 03 – С. 91–95.

34. Каримов, Б. Б. Общие вопросы охраны окружающей среды при проектировании, строительстве и эксплуатации международных автомобильных дорог / Б. Б. Каримов, К. М. Ахмедов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2013. – № 03. – С. 91–95.

35. Ахмедов, К. Некоторые особенности проектирования асфальтобетонных покрытий в условиях жаркого климата / К. Ахмедов, Н. Холиков, Т. Расулов, Б. Каримов // Дороги Содружества Независимых Государств. – 2017. – № 07. – С. 95–98.

36. Каримов, Б. Б. Экологические критерии безопасности автомобильных дорог / Б. Б. Каримов, К. М. Ахмедов, С. Б. Каримов // Мат. междунар. науч.-практ. конф. Экологически безопасные дороги, – Брест, 26 августа 2013 / Межправительственный совет дорожников, Министерство транспорта и коммуникаций РБ. – Брест, 2013. – С. 116–122.

37. Ахмедов, К. М. Обоснование параметров конструкций нежестких дорожных одежд с учетом нарастающих нагрузок и местных условий / К. М. Ахмедов // Перспективні напрямки світової науки. Збірник статей учасників XXIV Міжнародної НПК. Том 2. Запоріжжя, 2014, С. 51–54.

38. Ахмедов, К. М. Требования к международным автомобильным дорогам. / К. М. Ахмедов, Б. Б. Каримов // Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конференции «Инновации в дорожном строительстве», Минск, 27–28 декабря 2016 / Межправительственный совет дорожников. – Минск, 2016. – С. 273–283.

39. Ахмедов, К. М. Совершенствование норм проектирования нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог (МАД) с учетом региональных природно-климатических условий. / К. М. Ахмедов // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Современные технологии для для улучшения качества дорожных конструкций в условиях Азербайджана, 14 июня 2013. – Баку, 2013.

Нормативные документы

40. Ахмедов, К. М. Технические условия (ТУ 218 Аз.ССР – 1 – 2 – 85). Смеси битумоминеральные из природных битумосодержащих пород / КМ. Ахмедов, М.Б. Сокальская. – Баку, 1985. – 10 с.

41. Ахмедов, К. М. Методические рекомендации по применению битумосодержащих пород Азербайджанской ССР для устройства конструктивных слоев дорожных одежд / К.М. Ахмедов, И.А. Плотникова, М.Б. Сокальская. – М., 1986. – 23 С.

42. Региональные и отраслевые нормы межремонтных сроков службы нежестких дорожных одежд и покрытий / К.М. Ахмедов [и др.]: ВСН 41–88. – Минавтодор РСФСР – М., 1988. – 9 с.

43. Алиев, К.К., Рекомендации по уплотнению битумоминеральных смесей. / К.А. Алиев, К.М. Ахмедов, Г.А. Гусейнов; НПЦ. – Баку, 1995. – 32 с.

44. Алиев, К.А. Рекомендации по оценке качества содержания и текущего ремонта автомобильных дорог / К.А. Алиев, Н.М. Караисаев, К.М. Ахмедов, – Баку, 1994. – 24 с.

45. СТП 001-2007 Проектирование долговечных нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог Азербайджана. Стандарт предприятия ООО «АзВирт» (Баку 2007);

46. Рекомендации по проектированию нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Азербайджана. ОАО «Азеравтоюл» (Баку, 2017)

Авторские свидетельства на изобретения

47. Состав термопластика для разметки проезжей части автомобильных дорог: а. с. СССР № 1594158. / И. Г. Бахарчинов, К. М. Ахмедов, С. М. Алиев, Т. А. Гаджиев, З. К. Мурадова, Ф. М. Мусаева – Опубликовано 23.09.1990 / База патентов СССР.

48. Асфальтобетонная смесь. а. с. СССР № 1726427/Гусейнбекова С. Г., Бахарчинов И.Г., Расулов Э.С., Ахмедов К. М., Кулиева Г. И. – Опубликовано: 15.04.1992 / База патентов СССР.



РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ

РЭЗІЮМЭ**Ахмедава Кахрамана Мамедалі аглы****Навуковыя асновы праектавання няжорсткага дарожнага адзення міжнародных аўтамабільных дарог з улікам рэгіянальных прыродна-кліматычных умоў (на прыкладзе Азербайджанскай Рэспублікі)**

Ключавыя словы: міжнародныя аўтамабільныя дарогі, дарожна-кліматычнае раянаванне, грунты землянога палатна, няжорсткага дарожнага адзення, палімерныя дадаткі, друзава-мастычны асфальтобетон, вечныя дарожныя адзення.

Мэта работы: удасканаленне метадаў праектавання дарожнага адзення няжорсткага тыпу для міжнародных аўтамабільных дарог з улікам канцэпцыі вечнага дарожнага адзення для прыродна-кліматычных і грунтава-геалагічных умоў Азербайджана ва ўмовах інтэнсіўна ўзрастаючых нагрузак і руху.

Праведзены даследаванні па ўдасканаленні норм праектавання і практных рашэнняў па распрацоўцы рацыянальных канструкцый дарожнага адзення міжнародных аўтамабільных дарог, далейшай дэталізацыі дарожнага раянавання рэгіёну з улікам разнастайнасці глебагрунтоў на тэрыторыі Азербайджана, ступені засалення грунту, які выкарыстоўваецца ў земляным палатне, і распаўсюджвання глебава-грунтавых комплексаў на тэрыторыі краіны.

Пры разліку дарожнага адзення з пакрыццём на аснове арганічных звязальных врта ўлічваюцца прапанаванае ў рабоце раянаванне тэрыторыі Азербайджана па разліковай максімальнай тэмпературы, а пры выкарыстанні ў працоўным пласце землянога палатна мясцовых грунтоў - раянаванне тэрыторыі рэгіёну з улікам разнастайнасці глебагрунтоў і ступені іх засалення.

Прапанавана тэхналогія паляпшэння уласцівасцяў асфальтабетонаў і іншых бітумамінеральных матэрыялаў з ужываннем палімерных дабавак і геасінтэтычных матэрыялаў, прызначаных для прылады дарожных пакрыццяў ва ўмовах гарачага і вільготнага клімату.

У якасці стратэгіі пры распрацоўцы дадзенай тэмы прынятыя асноўныя палажэнні канцэпцыі вечнага дарожнага адзення. У яе аснове закладзена ідэя праектавання дарожнага адзення і землянога палатна з такім разлікам, што на працягу 40-50 гадоў перабудоўваюцца толькі верхнія пласты дарожнага адзення.

У выніку праведзеных даследаванняў рэкамендаваны наступныя прынцыповыя рашэнні для распрацоўкі канструкцый дарожнага адзення пры праектаванні міжнародных аўтамабільных дарог: традыцыйныя дарожныя адзенні, дарожныя адзенні з прымяненнем інавацыйных матэрыялаў; вечныя дарожныя адзенні.

Выканана тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне прымянення новых канструкцый няжорсткага дарожнага адзення і праведзена ацэнка іх эфектыўнасці, што дазволіла абгрунтавана ўкараніць іх у практыку будаўніцтва МАД на тэрыторыі Азербайджанскай Рэспублікі ў аб'ёме больш як за 424 км.

РЕЗЮМЕ

Ахмедова Кахрамана Мамедали оглы

Научные основы проектирования нежестких дорожных одежд международных автомобильных дорог с учетом региональных природно-климатических условий (на примере Азербайджанской Республики)

Ключевые слова: международные автомобильные дороги, дорожно-климатическое районирование, грунты земляного полотна, нежесткие дорожные одежды, полимерные добавки, щебеночно-мастичный асфальтобетон, вечные дорожные одежды.

Цель работы: совершенствование методов проектирования дорожных одежд нежесткого типа для международных автомобильных дорог с учетом концепции долговечных дорожных одежд для природно-климатических и грунтово-геологических условий Азербайджана в условиях интенсивно возрастающих нагрузок и движения.

Проведены исследования по совершенствованию норм проектирования и проектных решений рациональных конструкций дорожных одежд международных автомобильных дорог, дальнейшей детализации дорожного районирования региона с учетом разнообразия грунтов на территории Азербайджана, степени засоления грунта, используемого в земляном полотне, и распространения почвенно-грунтовых комплексов на территории страны.

При расчете дорожных одежд с покрытием на основе органических вяжущих следует учитывать предложенное в работе районирование территории Азербайджана по расчетной максимальной температуре, а при использовании в рабочем слое земляного полотна местных грунтов - районирование территории региона с учетом разнообразия грунтов и степени их засоления

Предложена технология улучшения свойств асфальтобетонов и других битумо-минеральных материалов с применением, полимерных добавок и геосинтетических материалов, предназначенных для устройства дорожных покрытий в условиях жаркого и влажного климата.

В качестве стратегии при разработке данной темы приняты основные положения концепции долговечных дорожных одежд. В ее основе заложена идея проектирования дорожной одежды и земляного полотна с таким расчетом, что в течение 40-50 лет перестраиваются только верхние слои дорожной одежды.

В результате проведенных исследований рекомендованы следующие принципиальные решения для разработки конструкций дорожных одежд при проектировании международных автомобильных дорог: традиционные дорожные одежды; дорожные одежды с применением инновационных материалов; вечные дорожные одежды.

Выполнено технико-экономическое обоснование применения новых конструкций нежестких дорожных одежд и проведена оценка их эффективности, что позволило обоснованно внедрить их в практику строительства МАД на территории Азербайджанской Республики в объеме более 424 км.

SUMMARY

Akhmedova of Kakhraman Mamedali Oglou Scientific bases of design of nonrigid road clothes of the international highways taking into account regional climatic conditions (on the example of the Azerbaijan Republic)

Keywords: international highways, road and climatic division into districts, soils of a road bed, nonrigid road clothes, polymeric additives, stone mastic asphalt, eternal road clothes.

Work purpose: improvement of methods of design of road clothes of nonrigid type for the international highways taking into account the concept of eternal road clothes for climatic and soil and geological conditions of Azerbaijan in the conditions of intensively increasing loadings and the movement.

Researches on improvement of norms of design and design decisions on development of rational designs of road clothes of the international highways, further specification of road division into districts of the region taking into account a variety of soils in the territory of Azerbaijan, extent of salinization of the soil used in a road bed and distribution of soil and soil complexes in the territory of the country are conducted.

When calculating road clothes with a covering on the basis of organic knitting it is necessary to consider the division into districts of the territory of Azerbaijan offered in work on settlement maximum temperature, and when using in a working layer of a road bed of local soils - division into districts of the territory of the region taking into account a variety of soils and extent of their salinization

The technology of improvement of properties of asphalt concrete and others the bitumomineralnykh of materials with application polymeric additives and geosynthetic materials intended for the device of road carpets in the conditions of roast and a humid climate is offered.

As strategy when developing this subject basic provisions of the concept of eternal road clothes are accepted. In its basis the idea of design of road clothes and a road bed with such calculation is put that within 40-50 years only the top layers of road clothes are reconstructed.

As a result of the conducted researches the following basic decisions for development of designs of road clothes at design of the international highways are recommended: traditional road clothes; road clothes with use of innovative materials; eternal road clothes.

The feasibility study on application of new designs of nonrigid road clothes is executed and assessment of their efficiency is carried out that has allowed to introduce reasonably them in practice of construction of MAD in the territory of the Azerbaijan Republic of more than 424 km.

Научное издание

АХМЕДОВ

Кахраман Мамедали оглы

**Научные основы проектирования нежестких дорожных одежд
международных автомобильных дорог с учетом региональных
природно-климатических и грунтово-гидрологических условий
(на примере Азербайджанской Республики)**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.23.11 – проектирование и строительство дорог,
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Подписано в печать 22.11.2017. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 2,44. Уч.-изд. л. 1,91. Тираж 80. Заказ 1011.

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