

Эксплуатационные свойства автомобильных дорог

В. А. Новик ^{1*} Е. И. Бельский ²

^{1,2} Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 625.7

Аннотация

В данной статье рассматриваются эксплуатационные показатели состояния автомобильных дорог и их зависимость от интенсивности движения транспортных средств, состава движения, скорости движения автомобилей и степени загрузки дороги, а также влияния этих показателей на безопасность дорожного движения. Целью данной статьи является определение зависимости показателей эксплуатационных свойств автомобильных дорог от воздействия, движущегося по ним, транспорта. Установлено, что существует прямая зависимость между изменениями весовых параметров автомобилей и повышением требований к прочности и работоспособности дорожных одежд. В ходе проведения исследования было выявлено, что возникновение значительной части дорожно-транспортных происшествий является следствием влияния отдельных неблагоприятных факторов дорожных условий или их сочетаний. В результате проведенного анализа установлена связь между изменениями весовых параметров автомобилей и работоспособностью дорожных одежд.

Ключевые слова:

автомобильные дороги; интенсивность движения; пропускная способность; скорость движения; состав движения; грузоподъемность; транспортный поток; дорожная одежда

Содержание

1. Введение	66
2. Обзор литературы	66
3. Цель исследования	67
4. Общие требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	67
5. Состояние, проблемы и направления совершенствования эксплуатационных показателей сети автомобильных дорог	68
6. Состояние дорог и безопасность движения	71

Контактный автор:

1*. +7(911)9330731, vasilina.novik@yandex.ru (Новик Василина Анатольевна, студент)

2. +7(981)6879187, belskiy.efrem@gmail.com (Бельский Ефрем Игоревич, студент)

1. Введение

Ежегодно на автомобильных дорогах Российской Федерации увеличивается общее количество автомобилей. В том числе и автомобилей, превышающих нормативную нагрузку на одиночную наиболее нагруженную ось. Дорожными организациями различных уровней принимаются управленческие решения для снижения воздействия сверхнормативных нагрузок на дорожные одежды и земляное полотно автомобильных дорог. Больше половины существующих автомобильных дорог в России спроектированы и построены более двадцати - тридцати лет назад под меньшие нагрузки, чем сегодняшние. Проблема состоит в том, что имеется большой период времени между увеличением осевых нагрузок на дорожное покрытие и периодом обоснования и закрепления требуемых показателей нагрузок в нормативных документах на проектировании новых автомобильных дорог. А между периодом введения новых норм и периодом реконструкции существующих дорог по данным требованиям проходят десятилетия. На наш взгляд существует два направления преодоления данного противоречия [1, 2, 3]:

- повышения прочности дорожных одежд и грузоподъемности автодорожных мостов на всех дорогах до требуемых значений – потребуются значительные капиталовложения;
- улучшение геометрических параметров дорог, ровности, сцепных качеств покрытий и других эксплуатационных показателей с целью повышения средней скорости транспортных потоков – приоритетные направления.

2. Обзор литературы

Васильев А.П., Дингес Э.В., Коганзон М.С. в своем труде: «Ремонт и содержание автомобильных дорог» изложили фундаментальные основы эксплуатационных свойств автомобильных дорог [1].

Лазарев Ю.Г., Симонов Д.Л., Новик А.Н. в своих работах обосновали потребительские и эксплуатационные свойства автомобильных дорог, предложили методики формирования базы данных для тестирования дорожных одежд, аргументировали деформационные характеристики укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог, внесли предложения по выявлению и сокращению опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий [2-7]

Значительный вклад в разработку современных дорожных покрытий на основе асфальтобетонных смесей внесли следующие ученые [8-10]:

Румянцев А.Н., Наненков А.А., Ломов А.А., Готовцев В.М., Сухов В.Д. в своей работе изучают новый тип асфальтобетона, в котором асфальтовяжущее вещество получено на основе эффекта структурирования битума, достигаемого в процессе гранулирования материала методом окатывания. По итогам исследования было доказано, что новый материал по прочностным показателям значительно превышает традиционные типы асфальтобетонов, имеет минимальное водопоглощение и не требует подбора грануляционного состава при формировании смеси [8].

Щепетева Л.С., Малинин В.И., Тюрюханов К.Ю., Агапитов Д.А., Голиков Д.П. в своей работе делают акцент на добавление в состав асфальтобетона различных добавок, в частности наноультрадисперсного порошка оксида алюминия. Такой асфальтобетон отличается лучшими эксплуатационными характеристиками и показателями физико-механических свойств: плотностью, прочностью материала, водостойкостью и сдвигустойчивостью [9].

В своей статье Гридичин А.М., Высоцкая М.А., Чевтаева Е.В., Ширяев А. оценили холодные асфальтобетонные смеси с точки зрения их эффективности. Холодные смеси – это перспективный материал для экстренной помощи при ремонте дорожных покрытий, однако использовать его надо грамотно и аккуратно, точно так же, как и подходить к выбору холодной смеси [10].

Существует ряд работ, в которых рассматриваются проблемы качества дорожных покрытий автомобильных дорог [11-14].

Шатманов О.Т. в своей статье анализировал причины образования трещин на автомобильных дорогах. Автор утверждает, что они образуются из-за возникновения напряжений от действия транспортной нагрузки при недостаточной несущей способности за счет возникновения температурных напряжений, а также в результате неправильного подбора состава асфальтобетонной смеси [11].

Более полное понимание явления неравномерного износа дорожного покрытия по ширине полосы движения было достигнуто в работе Бургонутдинова А.М., Юшкова Б.С., Бурмистровой О.Н., Ворониной М.А. Авторами приводятся расчеты динамической устойчивости дорожного полотна с учетом составляющих суммарного сопротивления движению колеса по покрытию дороги, на основании которых можно прогнозировать интенсивность образования колеиности автомобильных покрытий [12].

Арутюнян А.Ю. предложил метод управления качеством дорожных покрытий. Автор хочет учесть не только фактическое состояние дорог, но и наличие материальных ресурсов в дорожной организации. Это позволит выбрать оптимальное решение, которое обеспечит стабильные высокие показатели качества дорожных покрытий [13].

Надежность автомобильной дороги возрастает с увеличением толщины асфальтобетонного покрытия, что доказано в работе Есипенко И. А. и Колмогорова Г. Л. [14].

В работах [15-17] исследуется опыт проектирования и эксплуатации дорожных покрытий в разнообразных климатических условиях, а полученные результаты позволяют увеличить межремонтные сроки и качество дорожных работ, а также снизить затраты на ремонтные работы.

Так, в работе Романовой Е.В., Матвиенко Ф.В., Гузенок С.А. и Волкова В.В. проведен анализ связи климатических условий и образования дефектов в асфальтобетонных слоях дорожных конструкций на участках автомобильной дороги М-4 «Дон» в Воронежской области. Авторами выделены конкретные региональные эксплуатационные периоды и определено их влияние на необратимые деформации дорожных покрытий, что позволяет прогнозировать эксплуатационную надежность автомобильных дорог региона [15].

В статье Моор Е.В., Агейкина В.Н. и Чересельского В.В. на основе опытно-экспериментальных работ при ремонте участка автодороги Екатеринбург - Тюмень даны рекомендации по применению полимерно-битумной мастики ПБМ для заливки и герметизации температурных швов и трещин в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог для погодно-климатических условий Урала и Сибири [16].

А в работе Ерофеева В.Т. и Ликомаскиной М.А. представлены исследования долговечности различных типов асфальтобетонов в климатических условиях Черноморского побережья и отмечено, что добавление модификаторов типа «Телаз» к щебеночным асфальтобетонам, позволяют повысить их долговечность в рассматриваемых климатических условиях [17].

Дальнейшими направлением исследования является определение частных показателей по обеспечению эксплуатационных свойств автомобильных дорог.

3. Цель исследования

Целью исследования является определение зависимости показателей эксплуатационных свойств автомобильных дорог от воздействия транспорта.

4. Общие требования к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог

Технический уровень и эксплуатационное состояние автомобильных дорог зависит от принятых при проектировании расчетных нагрузок для данной категории дорог. Воздействия сверхвысоких (более чем нормативных) осевых нагрузок на дорогу ведет к ухудшению состояния дорожных покрытий, в первую очередь к необходимости раннего ремонта дорожных одежд, а в некоторых случаях и земляного полотна. Сверхнормативное воздействие массы транспортных средств на инженерные сооружения автомобильных дорог могут привести к тяжелым последствиям вплоть до разрушения инженерного сооружения. Движение по автомобильным дорогам крупногабаритных транспортных средств ведет к ухудшению дорожных условий и снижению уровня безопасности движения.

Эксплуатационное состояние - это соответствие переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования, организации и условий движения, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровню содержания нормативным требованиям. Это прочность дорожной одежды, состояние поверхности дороги и фактически используемая ширина проезжей части и обочин, сцепные качества и ровность покрытия, состояние инженерного оборудования, разметки дорог, въездов и переездов [3].

Транспортно – эксплуатационное состояние дороги характеризуется комплексом показателей, показывающих качественность и безотказность работы, как автомобильной дороги, так и автомобильного транспорта (таблица 1) [4,5]. К важнейшим из них можно отнести:

Таблица 1. Показатели эксплуатационных свойств [6]

Показатель	Характеристика
проезжаемость дорог	возможность движения по дороге с заданной скоростью в различные периоды года
ровность дорожного покрытия	показатель состояния поверхности покрытия дороги
сцепные качества дорожного покрытия	показатель, характеризующий сцепление шины колеса с покрытием
работоспособность дорожной одежды	эксплуатационный показатель дороги, характеризующий сопротивление покрытий износу с деформацией под действием движения
интенсивность движения	количество автомобилей, проходящие в единицу времени по участку автомобильной дороги
состав движения	распределение в процентном отношении всего транспортного потока по видам транспортных средств (легковые, автобусы, грузовые автомобили тяжелые, средние, легкие)

грузонапряженность дороги	общая масса транспортных средств, прошедших по данному участку дороги в обоих направлениях в единицу времени и на единицу пути
пропускная способность автомобильной дороги	максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги или дорога в целом в единицу времени
провозная способность дороги	максимальная масса грузов или количество пассажиров, которое могут быть перевезены через данный участок дороги в единицу времени
степень загрузки дороги движением	выраженное в процентах отношение величины интенсивности движения, пропускной способности рассматриваемого участка дороги
скорость движения	важнейший показатель транспортной работы автомобильной дороги и характеристики состояния дороги

Транспортно-эксплуатационные показатели дорог зависят от их технического уровня и эксплуатационного состояния.

Эксплуатационное состояние автомобильных дорог должно соответствовать требованиям, установленным к основным транспортно – эксплуатационным показателям проектируемых дорог и инженерных сооружений на них. В настоящее время эти требования изменились в сторону увеличения. Возросла плотность потока, нагрузка на ось грузовых автомобилей, скорость транспортных средств, а также общее число автомобилей на дороге, подвижность населения в каждом регионе.

По автомобильным дорогам движутся различные типы автомобилей, у которых свои весовые параметры и габариты: легковые, грузовые, автобусы и автопоезда.

Автомобильная дорога может обеспечивать пропуск только тех нагрузок и в том количестве, на которые она рассчитана при проектировании. Хотя в настоящее время по дорогам осуществляют движение автомобили большой грузоподъемности, применяются многоосные автомобили и автопоезда, нагрузка на ось которых превышает нормативные показатели.

Нормативные документы устанавливают периодичность пересмотра технических (эксплуатационных) параметров автомобильных дорог: для определения расчетной интенсивности, категории дороги и расчетной скорости этот срок равен 20 годам, а по ним назначаются геометрические параметры автомобильных дорог. Для выбора типа дорожной одежды и показателя ее прочности срок обоснования равен от 10 до 18 лет. Предполагается, что в течении этого времени по нашим дорогам будут двигаться автомобили, вес и габариты которых не будут выше расчетных.

Транспортный поток образуют автомобили различных типов и весов, движущегося по дороге в одном направлении с различными скоростями. Таким образом, чем больше автомобилей движется в потоке, тем выше должны быть требования, предъявляемые к техническому уровню и эксплуатационному состоянию. Чтобы рассчитать толщину дорожной одежды необходимо знать величину нагрузки, передаваемую на дорожную одежду колесами автомобилей. Один проезд тяжелого грузового автомобиля оказывает на дорожное полотно более разрушительное воздействие, чем проезд большого числа автомобилей не превышающие расчетные показатели дороги.

В соответствии с СП 34.13330.2012 нагрузку на одиночную наиболее нагруженную ось двухосного автомобиля для расчета прочности дорожных одежд и проверки устойчивости земляного полотна принимают для дорог I-IV категорий 100 кН (10 тс) (автомобили группы А), для дорог V категории 60 кН (6 тс) (автомобили группы Б), а при двух спаренных осях - 180 кН (18 тс) и 100 кН (10 тс) соответственно.

Таким образом, существует прямая зависимость между изменениями весовых параметров автомобилей и повышением требований к прочности и работоспособности дорожных одежд. Проблема состоит в том, что увеличение осевых нагрузок на дорожное покрытие происходит довольно быстро, а на обоснование и закрепление новых требований в нормах на проектирование дорог требуется большой период времени. Еще больший аналогичный период требуется для реконструкции существующей сети дорог по новым нормативным показателям.

5. Состояние, проблемы и направления совершенствования эксплуатационных показателей сети автомобильных дорог

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года базируется на том, что в России появились существенные ограничения роста экономики, обусловленные недостаточным развитием транспортной системы (рис.1) [6].

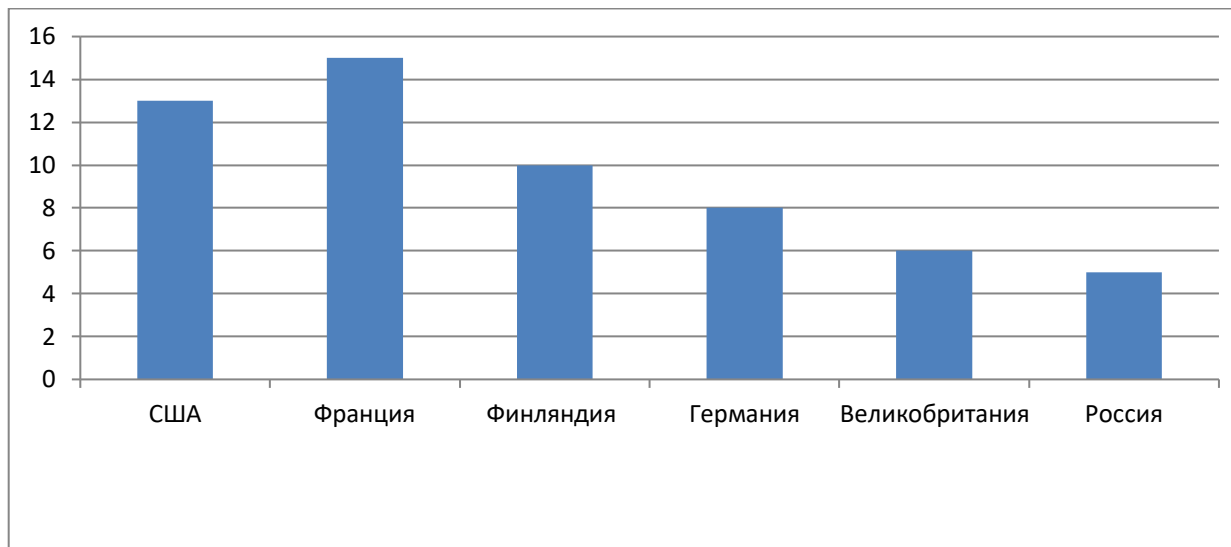


Рисунок 1 – Показатели плотности дорог с твердым покрытием (км/ на 1000 жителей)

Первый недостаток сети автомобильных дорог России в том, что дорожное покрытие на них недостаточно прочное, а также низкая несущая способность мостовых переходов. Это объясняется тем, что дорожные одежды, расчетные показатели которых по осевой нагрузке 100 кН, проектировались и строились только на дорогах I и II категорий. На дорогах третьей категории дорожные покрытия в 100 кН сооружать начали в 80-х годах прошлого столетия. На дорогах четвертой и пятой категории осевая нагрузка и в 21-ом веке оставалась 60 кН и более половины этих дорог не перестраивались до настоящего времени. Таких дорог на сегодня в стране около 70% [11, 18].

Фактические же осевые нагрузки автомобилей над прочностными показателями дорог возросли, что ускоряет процесс разрушения слабых покрытий.

Чтобы сохранить дороги с недостаточно прочными дорожными покрытиями ежегодно ограничивается движение тяжелых автомобилей в весенний период (таблица 2). Если не соблюдать этих требований, то произойдет резкий износ и разрушение автомобильных дорог.

Таблица 2. Весенние ограничения на дорогах СЗФО 2017

Регион	Сроки	Примечание
Архангельская область	зависит от района	С 3 апреля по 17 мая на дорогах, проходящих по территориям Плесецкого, Каргопольского, Няндомского, Вельского, Шенкурского, Коношского, Котласского, Вилегодского, Ленского, Виноградовского, Верхнетоемского, Устьянского и Красноборского районов; С 10 апреля по 24 мая на территории Приморского, Холмогорского, Онежского, Пинежского, Лешуконского и Мезенского районов; Допустимая нагрузка на ось транспортного средства во всех районах области в период действия ограничений составляет 3,5 тонны.
Ленинградская область	Апрель	Ограничения распространятся на ТС с нагрузкой на каждую ось более 5 т при проезде по асфальтированным трассам, и более 3 т при проезде по гравийным дорогам. Дополнительные временные ограничения движения большегрузов установят в восточных и северо-восточных районах Ленобласти. Они будут действовать с 17 апреля по 16 мая на участках следующих дорог: • Лодейное Поле — Вытегра, от Подпорожья до границы с Вологодской областью; • Лодейное Поле — Тихвин — Будогощь — Чудово, от Явшеницдо Ганьково; • Петрозаводск — Ошта, на участке 112+500 км – 152+975 км; • Станция Оять – Алеховщина – Надпорожье – Плотично, от Мустиничидо Гоморовичи; • Заголодно — Ефимовский — Радогощь, от Сухой Нивы до деревни Радогощь; • Радогощь — Пелуши; • Пелуши — Прокушево — Сидорово.
Псковская область	с 13 марта по 13 апреля	Предельно допустимая осевая нагрузка составляет 4,5 тонны для одиночной оси, 4 тонны на каждую ось двусосной тележки, 3,5 тонны на каждую ось трехосной тележки. При этом на ряде дорог устанавливаются другие предельные значения осевых нагрузок.

Вторая проблема – техническое состояние мостовых переходов на дорогах, построенных десятки лет назад. Их габариты и техническое состояние не соответствуют предъявляемым требованиям и нагрузкам автомобилей, а также требованиям безопасности движения. На дорогах четвертой и пятой категорий имеются еще деревянные мосты, они сегодня пригодны для пропуска одиночных автомобилей малой и средней грузоподъемности и требуют реконструкции. Огромное количество железобетонных мостов, проработавших по 25-30 лет и более без капитального ремонта. Поэтому транспортные средства, пропускаемые по этим мостам, также ограничивают по общей массе [1].

В 2017 году на ремонт аварийных мостов в регионах страны из средств, собранных в федеральный дорожный фонд системой «Платон», направят 2,5 млрд рублей. Деньги направляются на 23 аварийных мостовых сооружения в 12 субъектах России. В частности, речь идет о мостах в Алтайском и Краснодарском краях, в Карачаево-Черкесской республике, Бурятии, Удмуртии, Чувашии, а также в Брянской, Воронежской, Орловской, Пензенской, Самарской и Тамбовской областях [18].

По данным Федерального дорожного агентства, мосты, на которых в этом году пройдут работы за счет средств от «Платона», находились в аварийном состоянии, движение по ним было небезопасным. При этом по ряду сооружений проезд был уже запрещен, из-за чего машины, в том числе и транспорт экстренных служб, пользовались многокилометровыми объездами. Проведение работ обеспечит бесперебойное и безопасное движение по мостам, увеличит пропускную способность участков дорог, где они расположены [21].

Уровень развития и техническое состояние дорожной сети существенно и многообразно влияют на экономическое и социальное развитие, как отдельных регионов, так и страны в целом (рисунок 2).



Рисунок 2. Основные направления совершенствования сети автомобильных дорог

Для качественной работы автомобильного транспорта наилучшим вариантом является одновременное повышение осевой нагрузки и средней скорости движения автомобилей. Но если финансовые возможности ограничены, то могут быть рассмотрены другие варианты решения этой задачи.

В сложившихся условиях на ближайший период времени более реальным путем повышения производительности подвижного состава является увеличение не грузоподъемности, а средней скорости движения автомобилей.

Чтобы существенно увеличить среднюю скорость, необходимо при реконструкции улучшить геометрические параметры плана, продольного и поперечного профиля, расширить проезжую часть, устроить краевые укрепленные полосы и укрепить обочины, улучшить ровность и сцепные качества покрытий. Настоятельно рекомендуется улучшить качество содержания дорог и организации дорожного движения, создать полный комплекс дорожного сервиса. Перестройка дорог потребует в 3-4 раза больше вложений, чем данные мероприятия. Реализацию данных операций необходимо проводить адресно, где нет возможности реконструировать дороги по новым требованиям. Нужно выполнить комплекс работ по повышению средней скорости движения автомобилей. В тоже время, не забывая о том, что, увеличивая среднюю скорость, необходимо обеспечить безопасность движения транспортных средств.

6. Состояние дорог и безопасность движения

Дорожно-транспортные происшествия - это отрицательные последствия увеличения количества скоростных автомобилей, а одной из причин, по которым они происходят, является недостаточно качественное состояние автомобильных дорог.

В 2016 году в России было зарегистрировано 173 тысячи серьезных дорожно-транспортных происшествий, что на 5,6% меньше, чем за предыдущий год. Количество раненых также снизилось — 221 тысяча человек получила травмы в результате аварий в минувшем году, и это на 4,3% меньше, чем в 2015-м. Стоит также отметить, что число аварий с участием пешеходов сократилось на 8,6%, число погибших — на 17,3%, а раненых стало меньше на 7,4%. Большинство аварий в России происходит по причине нарушений водителями правил дорожного движения— 86,9% [1,7].

Безопасность движения это одно из важнейших потребительских свойств автомобильных дорог, и оно дает характеристику надежности функционирования комплекса «водитель - автомобиль - дорога - среда» и его основных систем «дорожные условия - транспортные потоки» и «условия движения - режим движения автомобилей».

Дорожные условия, т.е. транспортно-эксплуатационные характеристики дорог занимают важное место в обеспечении безопасности.

Возникновение значительной части дорожно-транспортных происшествий является следствием влияния отдельных неблагоприятных факторов дорожных условий или их сочетаний, это подтверждают результаты отечественных и зарубежных исследований. Влияние дорожных условий на процесс возникновения дорожно-транспортных происшествий следует рассматривать в качестве фактора, который заставляет водителей ошибаться в выборе режима движения автомобиля, ввиду неверного восприятия дорожных условий [1].

Из числа дорожных условий самыми частыми причинами дорожно-транспортных происшествий являются: скользкость покрытия, недостаточная ровность, неудовлетворительное содержание дорог в зимнее время, недостаточная ширина или отсутствие обочин.

Из числа элементов обустройства дорог причинами дорожно-транспортных происшествий являются отсутствие знаков и разметки в требуемых местах, плохая видимость знаков днем и ночью, отсутствие карманов для остановки автобусов, тротуаров и пешеходных дорожек.

Ошибки водителей в управлении транспортными средствами и нарушения правил дорожного движения очень часто связаны с недостатками автомобильных дорог и неблагоприятными погодными условиями, которые в 50-80% случаев являются одной из активных или косвенных причин, а в 15-20% случаев главной причиной происшествий.

Когда наступают неблагоприятные периоды года, роль технического уровня и состояния дорог в безопасности движения проявляется особенно четко. Имеются определенные закономерности распределения количества дорожно-транспортных происшествий по сезонам года [7].

Весной возрастает количество происшествий, этот рост продолжается все лето и достигает максимального значения осенью, когда высокая интенсивность движения объединяется с неблагоприятными погодными условиями. Количество происшествий при неблагоприятном состоянии дорог, вызванном действием различных метеорологических факторов, колеблется в широких пределах и зависит как от климата, так и от технического уровня содержания дорог. Наиболее опасными являются условия движения во время дождя, снегопада, при ограниченной видимости (туман, пасмурность) и при действии сильного ветра.

Возрастающие объемы автомобильных перевозок, увеличение скоростей и интенсивности движения и связанный с ними рост числа дорожно-транспортных происшествий предъявляют новые, более высокие требования к техническому совершенству существующих автомобильных дорог, их инженерному оборудованию, транспортно-эксплуатационным характеристикам и организации движения в процессе эксплуатации.

7. Заключение

В результате проведенного анализа были определены такие зависимости эксплуатационных свойств от воздействия движущегося транспорта, что в условиях высокой насыщенности движения работает более 30 % федеральных автомобильных дорог. По результатам контроля за передвижением транспорта установлено, с превышением нормативных нагрузок следует более трети грузового автотранспорта, это в свою очередь создает разрушающий эффект дорожного покрытия [21].

При проектировании автомобильных дорог учитывают три основные эксплуатационные свойства: ровность, шероховатость покрытия и сцепление колеса с дорожным полотном. Необходимо рассчитывать эти свойства с учетом вида автотранспорта, который будет двигаться по этим дорогам в будущем, а для трасс федерального назначения - с учетом нагрузок от многотонных грузовых автомобилей в максимально снаряженном состоянии.

Техническое состояние дорог и искусственных сооружений, построенных до 2011 года, не соответствует нынешним предъявляемым требованиям. Путем решения данной проблемы может быть только реконструкция данных типов сооружений.

От качества дорожного покрытия зависит безопасность на дорогах, поэтому транспортно-эксплуатационные характеристики дорог занимают важное место в организации качественного обслуживания дорожного движения.

Для существенного сокращения дорожно-транспортных происшествий, которые происходят вследствие недостаточного качества эксплуатационных свойств, нужно предъявить новые, более высокие требования к техническому совершенству существующих автомобильных дорог.

Благодарности

Авторы выражают признательность научному консультанту Лазареву Юрию Георгиевичу, к.т.н., проф. и Новик Анатолию Николаевичу, к.т.н., доц., за оказанную помощь при проведении данного исследования и написании настоящей статьи.

Литература

- [1]. Васильев А.П., Дингес Э.В., Коганзон М.С. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) // Информавтодор. 2004. Том 2. С. 507.
- [2]. Лазарев Ю.Г., Петухов П.А., Зарецкая Е.Н. Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). С. 140-146.
- [3]. Лазарев Ю.Г., Новик А.Н., Симонов Д.Л., Шибко А.А., Алексеев С.В., Ворончихин Н.В., Змеев А.Т., Уколов С.А., Трепалин В.А., Дахин С.В., Колесников В.Т. Строительство автомобильных дорог и аэродромов // ВА МТО. 2013. С. 528.
- [4]. Лазарев Ю.Г., Собко Г.И. Реконструкция автомобильных дорог, Учебное пособие // Изд-во: СПбГАСУ. 2013. С.107
- [5]. Рустенбек С.Д., Кириллова Д.Ю., Лазарев Ю.Г. Формирование базы данных для тестирования дорожных одежд // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2-2. С. 68- 72.
- [6]. Лазарев Ю.Г., Симонов Д.Л., Новик А.Н. Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // Техно-технологические проблемы сервиса. 2016. № 1(35) С. 43-47.
- [7]. Лазарев Ю.Г., Медрес Е.Е. Предложения по выявлению и сокращению опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий // Техно-технологические проблемы сервиса. 2016. № 3(37) С. 56-60.
- [8]. Румянцев А.Н., Наненков А.А., Ломов А.А., Готовцев В.М., Сухов В.Д. Структурированный асфальтобетон – новое дорожное покрытие // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2013. №2. С. 23-35.
- [9]. Щепетева Л.С., Малинин В.И., Тюрюханов К.Ю., Агапитов Д.А., Голиков Д.П. Асфальтобетон, модифицированный добавками наноультрадисперсного порошка оксида алюминия // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2014. Т.1. С. 550-552.
- [10]. Гридичин А.М., Высоцкая М.А., Чевтаева Е.В., Ширяев А., Литовченко Д. Инновации дорожных материалов – холодный асфальтобетон // В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 132-137.

References

- [1]. Vasil'yev A.P., Dinges E.V., Koganzon M.S. Remont i sodержanie avtomobil'nykh dorog: Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika (SED) [Reconstruction and content of motor-road: Book of reference of highway engineer]. Informavtodor. 2004. Vol. 2. Pp. 507. (rus)
- [2]. Lazarev Yu.G., Petukhov P.A., Zaretskaya E.N. Obosnovanie deformatsionnykh kharakteristik ukreplennykh materialov dorozhnoy odezhdy na uchastkakh postroechnykh dorog [Substantiation of the deformation parameter of armed materials of road topping on section built road]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2015. No. 4. Pp. 140-146. (rus)
- [3]. Lazarev Yu.G., Novik A.N., Simonov D.L., Shibko A.A., Alekseev S.V., Voronchikhin N.V., Zmееv A.T., Ukolov S.A., Trepalin V.A., Dakhin S.V., Kolesnikov V.T. Stroitel'stvo avtomobil'nykh dorog i aerodromov [Construction of motor-roads and airdromes]. VA MTO. 2013. Pp. 528. (rus)
- [4]. Lazarev Yu.G., Sobko G.I. Rekonstruktsiya avtomobil'nykh dorog, Uchebnoe posobie [Rebuilding operation of motor-road: Study guide]. Izdatel'stvo: SPbGASU. 2013. Pp. 107. (rus)
- [5]. Rustenbek S.D., Kirillova D.Yu., Lazarev Yu.G. Formirovaniye bazy dannykh dlya testirovaniya dorozhnykh odezhd [Formation of a database for testing road topping]. Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2016. No. 2. Pp. 68- 72. (rus)
- [6]. Lazarev Yu.G., Simonov D.L., Novik A.N. Formirovaniye potrebitel'skikh i ekspluatatsionnykh svoystv avtomobil'nykh dorog [Formation consumer and operating ability of motor-roads]. Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa. 2016. No. 1. Pp. 43-47. (rus)
- [7]. Lazarev Yu.G., Medres E.E. Predlozheniya po vyyavleniyu i sokrashcheniyu opasnykh uchastkov kontsentratsii dorozhno-transportnykh proissheshtviy [Proposals for the identification of danger site for the concentration of vehicular accident]. Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa. 2016. No. 3. Pp. 56-60. (rus)
- [8]. Rumyantsev A.N., Nanenkov A.A., Lomov A.A., Gotovtsev V.M., Sukhov V.D. Strukturirovannyi asfal'tobeton – novoe dorozhnoe pokrytie [Structured bituminous concrete – new road surface]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2013. No. 2. Pp. 23-35. (rus)
- [9]. Shchepeteva L.S., Malinin V.I., Tyuryukhanov K.Yu., Agapitov D.A., Golikov D.P. Asfal'tobeton, modifitsirovannyi dobavkami nanoulttradispersnogo poroshka oksida alyuminiya [Bituminous concrete, modified by additives of nano-ultrafine powder of aluminum oxide]. Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse. 2014. Vol.1. Pp. 550-552. (rus)
- [10]. Gridichin A.M., Vysotskaya M.A., Chevtaeva E.V., Shiryayev A., Litovchenko D. Innovatsii dorozhnykh materialov – kholodnyy asfal'tobeton [Innovation of road materials – cold bituminous concrete]. V sbornike: Effektivnyye stroitel'nye

- [11]. Шатманов О.Т. Анализ причин образования трещин асфальтобетонных покрытий // Вестник Кгуста. 2012. №4. С. 123-128.
- [12]. Бургонутдинов А.М., Юшков Б.С., Бурмистрова О.Н., Воронина М.А. Причины образования деформаций и разрушений на покрытии автомобильных дорог // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. № 1 (17). С. 89-93.
- [13]. Арутюнян А.Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. №2. С. 17-21.
- [14]. Есипенко И. А., Колмогоров Г. Л. Оценка надежности нежестких дорожных одежд // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2012. №1. С. 110-118.
- [15]. Романова Е.В., Матвиенко Ф.В., Гузенок С.А., Волков В.В. Влияние изменения региональных эксплуатационных периодов на образование дефектов дорожной одежды // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. №2. С. 112-119.
- [16]. Моор Е.В., Агейкин В.Н., Чересельский В.В. Опыт-экспериментальное внедрение полимерно-битумных мастик при ремонте асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в Свердловской области // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО ГИПРОДОРНИИ. 2010. № 1. С. 176-179.
- [17]. Ерофеев В.Т., Ликомаскина М.А. Исследование стойкости модифицированных асфальтобетонов в климатических условиях Черноморского побережья // Строительство и реконструкция. 2016. №6 (68). С. 101-111.
- [18]. Маркуц В.М. Расчёт дорожных конструкций автомобильных дорог // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 5. С. 99-100.
- [19]. Носов В.П. Цементобетонные покрытия автомобильных дорог // Прогнозирование повреждений на основе математического моделирования. 2013.
- [20]. Овчинников Н.А., Арутюнян Ю.В. Анализ методов ограничения скорости движения транспортных средств // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. №4. С. 118-121.
- [21]. Старовойт Р. Автомобильные дороги сегодня // Транспортная стратегия - XXI век. 2016. №32. С. 45-46.
- [22]. Воеводенко С.М., Растопов С.Ф., Созыкин А.А. Система измерения профиля покрытия автомобильных дорог // Мир измерений. 2008. №12. С. 35-39.
- [23]. Jaksic V., Keane J., O'Sullivan A. Effect of Road Surface, Vehicle, and Device Characteristics on Energy Harvesting from Bridge-Vehicle Interactions. Computer-aided civil and infrastructure engineering. 2016. No. 12. Pp. 921-935.
- [24]. Paulus H., Schick J., Poirier J.E., Assessment of dynamic surface leaching of monolithic surface road materials. Journal of environmental management. 2016. No. 176. Pp. 79-85.
- [25]. Chandra S., Mehar A., Velmurugan S. Effect of Traffic Composition on Capacity of Multilane Highways. Ksce journal of civil engineering. 2016. No. 20. Pp. 2033-2040.
- [26]. Gaiginschi L., Agape I. Upon an issue of correlation between the running speed of vehicles and traffic kompozity Nauchno-prakticheskaya konferentsiya k 85-letiyu zaslužennogo deyatelya nauki RF (Russian Federation), akademika RAASN (Russian Academy of Architecture and Sciences), doktora tekhnicheskikh nauk Bazhenova Yuriya Mikhaylovicha. Belgorodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet im. V.G. Shukhova. 2015. Pp. 132-137. (rus)
- [11]. Shatmanov O.T. Analiz prichin obrazovaniya treshchin asfal'tobetonnykh pokrytiy [Analysis of causes clinking bituminous surfacing]. Vestnik Kgusta. 2012. No. 4. Pp.123-128. (rus)
- [12]. Burgonutdinov A.M., Yushkov B.S., Burmistrova O.N., Voronina M.A. Prichiny obrazovaniya deformatsiy i razrusheniy na pokrytii avtomobil'nykh dorog [Reasons for the formation of strains and destruction on the motor-roads]. Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN. 2014. No. 1. Pp. 89-93. (rus)
- [13]. Arutyunyan A.Yu. Analiz metodov upravleniya kachestvom dorozhnykh pokrytiy [Analysis of methods for quality control of pavements]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2014. No. 2. Pp. 17-21. (rus)
- [14]. Esipenko I. A., Kolmogorov G. L. Otsenka nadezhnosti nezhestkikh dorozhnykh odezhd [Reliability assessment of limp road topping]. Transport. Transportnye sooruzheniya. Ekologiya. 2012. No. 1. Pp. 110-118. (rus)
- [15]. Romanova E.V., Matvienko F.V., Guzenok S.A., Volkov V.V. Vliyaniye izmeneniya regional'nykh ekspluatatsionnykh periodov na obrazovanie defektov dorozhnoy odezhdyy [The impact of changes of regional operating periods on the formation of road topping defects]. Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturo-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2011. No. 2. Pp. 112-119. (rus)
- [16]. Moor E.V., Ageykin V.N., Cheresel'skiy V.V. Opytno-eksperimental'noe vnedreniye polimerno-bitumnykh mastik pri remonte asfal'tobetonnykh pokrytiy avtomobil'nykh dorog v Sverdlovskoy oblasti [Experimental introduction of polymer-bitumen mastics when, repairing of asphalt pavement motor-roads in the Sverdlovsk Region]. Aktual'nye voprosy proektirovaniya avtomobil'nykh dorog. Sbornik nauchnykh trudov ОАО ГИПРОДОРНИИ. 2010. No. 1. Pp. 176-179. (rus)
- [17]. Erofeev V.T., Likomaskina M.A. Issledovanie stoykosti modifitsirovannykh asfal'tobetonov v klimaticheskikh usloviyakh Chernomorskogo poberezh'ya [Investigation of the endurance of modified bituminous concretes in the climatic conditions of the Black Sea coast]. Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. 2016. No. 6. Pp. 101-111. (rus)
- [18]. Markuts V.M. Raschet dorozhnykh konstruktsiy avtomobil'nykh dorog [Calculation of road structures of motor-roads]. Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2012. No. 5. Pp. 99-100. (rus)
- [19]. Nosov V.P. Tsementobetonnye pokrytiya avtomobil'nykh dorog [Cement-concrete surface of motor-roads]. Prognozirovaniye povrezhdeniy na osnove matematicheskogo modelirovaniya. 2013. (rus)
- [20]. Ovchinnikov N.A., Arutyunyan Yu.V. Analiz metodov ogranicheniya skorosti dvizheniya transportnykh sredstv [Analysis of methods for speed limitation traveling of vehicles]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2016. No. 4. Pp. 118-121. (rus)
- [21]. Starovoyt R. Avtomobil'nye dorogi segodnya [Motor-roads today]. Transportnaya strategiya - XXI vek. 2016. No. 32. Pp. 45-46. (rus)
- [22]. Voevodenko S.M., Rastopov S.F., Sozykin A.A. Sistema izmereniya profilya pokrytiya avtomobil'nykh dorog [Measurement system of the motor-road surface profile]. // Mir izmereniy. 2008. No. 12. Pp. 35-39. (rus)

- capacity of a road section. 7th international conference on advanced concepts in mechanical engineering. 2016. No.147. Pp. 2-6
- [27].Sladkowski A., Pamula W. Dimensioning of Multiple Capacity Transport Line with Mutual Traffic Correlation. Intelligent transportation systems - problems and perspectives. 2016. No. 32. Pp. 127-158.
- [28].Efimenko S., Efimenko V., Sukhorukov A. Assurance of the operational reliability of transport systems via the account of natural-climatic conditions. AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1772.
- [29].Kirillov A. M., Zavalov M.A. Modeling of change in asphalt concrete dynamic modulus. Magazine of Civil Engineering. 2015. No. 54(2). Pp. 70-76.
- [30].Bressi S., Dumont A.G., Partl M.N. A new laboratory methodology for optimization of mixture design of asphalt concrete containing reclaimed asphalt pavement material. Materials and Structures / Materiaux et Constructions. 2016. No. 49(12). Pp. 4975-4990.
- [31].Zhang Z., Wang K., Liu H., Deng Z. Key performance properties of asphalt mixtures with recycled concrete aggregate from low strength concrete. Construction and Building Materials. 2016. No. 126. Pp. 711-719.
- [32].Hiroshi H., Masanori S., Futoshi N., Osamu T., Shigeru T. Field measurements of road surface temperature of several asphalt pavements with temperature rise reducing function. Case Studies in Constructions Materials. 2016. Vol. 4. Pp. 73-80.
- [23].Jaksic V., Keane J., O'Sullivan A. Effect of Road Surface, Vehicle, and Device Characteristics on Energy Harvesting from Bridge-Vehicle Interactions. Computer-aided civil and infrastructure engineering. 2016. No. 12. Pp. 921-935.
- [24].Paulus H., Schick J., Poirier JE., Assessment of dynamic surface leaching of monolithic surface road materials. Journal of environmental management. 2016. No. 176. Pp. 79-85.
- [25].Chandra S., Mehar A., Velmurugan S. Effect of Traffic Composition on Capacity of Multilane Highways. Ksce journal of civil engineering. 2016. No. 20. Pp. 2033-2040.
- [26].Gaiginschi L., Agape I. Upon an issue of correlation between the running speed of vehicles and traffic capacity of a road section. 7th international conference on advanced concepts in mechanical engineering. 2016. No.147. Pp. 2-6
- [27].Sladkowski A., Pamula W. Dimensioning of Multiple Capacity Transport Line with Mutual Traffic Correlation. Intelligent transportation systems - problems and perspectives. 2016. No. 32. Pp. 127-158.
- [28].Efimenko S., Efimenko V., Sukhorukov A. Assurance of the operational reliability of transport systems via the account of natural-climatic conditions. AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1772.
- [29].Kirillov A. M., Zavalov M.A. Modeling of change in asphalt concrete dynamic modulus. Magazine of Civil Engineering. 2015. No. 54(2). Pp. 70-76.
- [30].Bressi S., Dumont A.G., Partl M.N. A new laboratory methodology for optimization of mixture design of asphalt concrete containing reclaimed asphalt pavement material. Materials and Structures / Materiaux et Constructions. 2016. No. 49(12). Pp. 4975-4990.
- [31].Zhang Z., Wang K., Liu H., Deng Z. Key performance properties of asphalt mixtures with recycled concrete aggregate from low strength concrete. Construction and Building Materials. 2016. No. 126. Pp. 711-719.
- [32].Hiroshi H., Masanori S., Futoshi N., Osamu T., Shigeru T. Field measurements of road surface temperature of several asphalt pavements with temperature rise reducing function. Case Studies in Constructions Materials. 2016. Vol. 4. Pp. 73-80.
- Новик В.А., Бельский Е.И., Эксплуатационные свойства автомобильных дорог // Alfabuild. 2018. №1 (3). С. 65-75**
- Novik V., Belskii Ye. Operating ability of motor-roads. Alfabuild, 2018, 1 (3), Pp. 65-75(rus)**

Operating ability of motor-roads

V.A.Novik ^{1*}, Ye.I. Belskii ²

^{1,2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

review article

Abstract

This article examines the indicators of the highways operational condition and their dependence on the vehicles traffic intensity, the traffic type, the vehicles speed and the degree of the road loading, as well as the impact of these indicators on road safety. The purpose of this article was to determine the dependence of the roads operating ability on the impact of the transport, which is moving along them. It's determined that there is direct dependency between car weight parameters variation and increasing strength and efficiency requirements for road surfaces. The research revealed that most car accidents occurs under the influence of particular adverse factors and their combinations. As a result of the analysis, the relationship between the weight parameters changes of cars and the working capacity of road surface dressing has been established.

Keywords:

motor-roads; traffic volumes; traffic capacity; driving speed; type of traffic; actual carrying capacity; traffic stream; road pavement

Corresponding author:

1*. +7(911)9330731, vasilina.novik@yandex.ru (Novik Vasilina, Student)

2. +7(981)6879187, belskiy.efrem@gmail.com (Yefrem Belskii, Student)