

марки М75 цей показник збільшився лише на 30-35 %. Одночасно результати виконаних досліджень вказують на те, що використання фіброволокон в щебенево-піщаних сумішах СЩ-10, СЩ-20 та СЩ-40, які характеризуються більшим вмістом та крупністю зерен щебеню, не забезпечує зростання міцнісних показників, порівняно з контрольними сумішами без фіброволокон.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ Б В.2.7-30-95 Матеріали нерудні для щебених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг.
2. ГБН В.2.3-37641918-554:2013 Шари дорожнього одягу з кам'яних матеріалів, відходів промисловості і ґрунтів, укріплених цементом.
3. Попов С.В., Брагинский В.Г., Давиденко В.П., Куликова Т.Н., ДП «Донецкий ПромстройНИИпроект». К вопросу влияния вида и расхода фибры на физико-механические свойства фибробетона
4. Жданюк В.К. Властивості комплексно укріпленого ґрунту для будівництва конструктивних шарів дорожніх одягів автомобільних доріг / В.К. Жданюк, А.С. Лапченко, Я.І. Панасюк // Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2012 – вип. 37.
5. Qiang Wang, Rui Tang, Qun Cheng, Xiankun Wang, and Fang-ling Liu Research on Static Triaxial Mechanical Properties of New CementSoil Reinforced with Polypropylene Fiber. School of Civil Engineering and Architecture, Anhui University of Science and Technology, Huainan, China. Advances in Materials Science and Engineering Volume (2014), Article ID 532327, 10 pages
6. Арончик В.Б. Определение минимальной длины армирующего волокна для дисперсно-армированного бетона / Арончик В.Б., Калнайс А.А. – Рига.: «Звайзне», 1974. – 154 с.
7. Будівельні матеріали. Цементизагальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46:2010. – Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К.: 2011 – 15 с. Чинний від 1 вересня 2011 р.
8. Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7 – 89 – 99. – [Чинний від 2000 – 01 – 01]. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 45с. – (Державний стандарт України).

УДК 625.7/8:625.096

Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТРЕБОВАНИЯМ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Введение

Возрастающие объемы автомобильных перевозок, увеличение скоростей и интенсивности движения требуют совершенствования дорог, их инженерного оборудования и транспортно-эксплуатационных характеристик при проектировании и эксплуатации. Назрела необходимость в создании равных условий движения во все периоды года. В этом отношении справедливо положение, выдвинутое проф. В.Ф. Бабковым: «Исходя из назначения дороги,

как сооружения для автомобильных перевозок следует признать, что единственным показателем ее качества и критерием для сравнения вариантов является возможная скорость движения, ее абсолютная величина по участкам и плавность изменения» [1]. Выполнение этого положения требует тщательного исследования дорожных условий и анализа безопасности движения на автомобильных дорогах.

Безопасность движения является одним из важнейших потребительских

свойств автомобильных дорог. Роль дорожных условий в обеспечении безопасности движения и значение их с целью совершенствования пока еще в должной степени недооцениваются. При расследовании дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в большинстве стран мира общественное мнение и официальная статистика, упрощенно подходят к их анализу, чаще всего усматривая основную их причину в небрежности или ошибках водителей и в неисправности автомобилей. Водителей считают полностью ответственными за 82 % всех ДТП. Однако, анализ ДТП выполненный в МАДИ с детальным учетом характеристик дорог в местах происшествий, привел к выводу, что влияние неблагоприятных дорожных условий явилось прямой или косвенной причиной 70 % происшествий [1]. Актуальность проблемы подтверждается данными сравнительного анализа ДТП в некоторых странах Европы и в Украине. Так число погибших на 1 млн. частных автомобилей в Испании составляет 409 человек, в Португалии – 437 человек, в Ирландии – 441 человек, а в Украине – 1361 человек. Еще контрастнее данные о тяжести ДТП. Так количество погибших на 100 потерпевших в ДТП в США составляет 1,3 человека, в Англии – 1,7 человека, в Германии – 2,2 человека, а в Украине колеблется по годам от 12,1 до 15,8 человек.

Основные факторы, формирующие потребительские свойства проезжей части автомобильных дорог

Недостаточная ровность и сцепные качества покрытий являются главной причиной 70 – 85 % ДТП, возникновению которых способствовали неудовлетворительные дорожные условия [2].

Чтобы построить дорогу, обеспечивающую круглогодичное непрерывное, удобное и безопасное движение, необходимо еще на стадии проектирования оценить влияние климата и погоды на параметры и характеристики дороги в условиях эксплуатации и назначить эти параметры так, чтобы исключить или ослабить отрицательное воздействие погодно-климатических факторов на режим движения автомобилей. Значения расчетных скорос-

тей в настоящее время принимают для каждой категории дороги в зависимости от рельефа местности без учета возможности их реализации в неблагоприятные периоды года и в сложных погодных условиях. Проверка параметров дорог на обеспеченность расчетной скорости в этих условиях не выполняются [3]. Сцепные качества и ровность покрытия во многом зависят от типа покрытия и конструкции дорожной одежды, принятой в проекте с учетом перспективной интенсивности и состава движения.

Ровность покрытия – один из важнейших показателей, в зависимости от которого меняется и допустимая скорость автомобилей. Опасность ДТП на неровных покрытиях возрастает в дождливую погоду. При сухом покрытии водитель может объехать выбоину или своевременно снизить скорость. В дождливую погоду выбоины заполняются водой и водители не могут отличить их от мелких луж на покрытии.

Наличие воды снижает сцепление автомобильной шины с покрытием. Уже при влажности воздуха до 100 % на покрытие выпадает влага, что способствует снижению сцепных качеств, особенно при температуре ниже 0° С, когда может образоваться микрогололед [4].

Практически вода начинает влиять на сцепные свойства, когда пленка ее толще 0,2 мм, снижая адгезионную составляющую силы трения. Толщина пленки воды на покрытии зависит от интенсивности и продолжительности осадков, длины пути стока (т.е. от ширины проезжей части, продольного и поперечного уклонов), его гидравлической шероховатости, направления и скорости ветра, ровности и чистоты покрытия [5]:

$$h = \left(\frac{aLn}{30\sqrt{i}} \right)^{0.6}; \quad (1)$$

$$L = b \sqrt{1 + \left(\frac{i_{npod}}{i_{non}} \right)^2}; \quad (2)$$

$$i = \sqrt{t_{npod}^2 + t_{non}^2}, \quad (3)$$

где a – интенсивность дождя, мм/мин; L – длина участка стока, м; n – коэффициент гидравлической шероховатости покрытия;

i – уклон участка стока воды, ‰; b – половина ширины проезжей части, м; $i_{прод}$ – продольный уклон проезжей части, ‰; $i_{поп}$ – поперечный уклон проезжей части, ‰.

Расчеты показывают, что при интенсивности дождя 0,6-0,8 мм/мин и длине стока 10 м толщина пленки воды на идеально ровном и чистом покрытии составит 1-2 мм. В реальных условиях ее толщина зависит от ровности покрытия, наличия колеи, трещин, выбоин, участков с нулевым уклоном и переходных кривых, силы и направления ветра и т.д.

Застои воды на поверхности дорожных покрытий в мелких неровностях, на виражах и в пониженных местах вогнутых вертикальных кривых опасны из-за возможности аквапланирования шин. Пленка воды, которая не успевает выжаться изпод колес с изношенной гладкой шиной, собираясь под небегущим колесом, образует клин, гидродинамическое давление в котором превышает давление колеса. По мере увеличения длины клина площадь контакта шины с покрытием уменьшается и происходит снижение коэффициента сцепления. При достижении некоторой критической скорости полностью нарушается контакт колеса с покрытием. Передние колеса теряют управление, торможение автомобиля затрудняется. Критическая скорость (в км/ч) аквапланирования может быть найдена из эмпирического выражения:

$$V = k\sqrt{P}, \tag{4}$$

где P – внутреннее давление в шинах, МПа; k – коэффициент, зависящий от шероховатости покрытия и протектора шины, равный 19-25.

При строительстве и ремонте дорожных покрытий предусматривается устройство слоя износа, основным назначением которого является защита покрытия от непосредственного воздействия колес автомобилей и обеспечение высоких сцепных качеств. С этой целью слой износа устраиваются шероховатыми [6]. Износ шероховатой поверхности дорожных покрытий проявляется в уменьшении высоты и шлифовке неровностей макрошероховатости.

Это явление приводит к снижению сцепных качеств покрытий, особенно при их увлажнении. В качестве оптимального срока службы шероховатого слоя износа обычно принимают период времени между текущими средними ремонтами, во время которых, как правило, производится устройство нового верхнего слоя покрытия или возобновляется слой износа. Предельно допустимые значения глубины шероховатости на покрытиях назначаются в зависимости от условий движения и дорожно-климатических зон [7].

В связи с изменением составов транспортных потоков и скоростных режимов автомобилей необходимо дифференцировать продольные значения глубины шероховатости в зависимости от условий движения, дорожно-климатических зон и технической категории дороги (табл. 1).

Таблица 1 – Предельно допустимая глубина впадин шероховатости

Условия движения по ДСТУ 3587-97	Средняя предельно допустимая глубина впадин шероховатости, мм			
	2 дорожно-климатическая зона		3 и 4 дорожно-климатические зоны	
	1 и 2 категории	3 и 4 категории	1 и 2 категории	3 и 4 категории
Легкие	0,45	0,40	0,40	0,35
Затрудненные	0,50	0,45	0,45	0,40
Опасные	0,55	0,50	0,50	0,45

Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что многие из них происходят из-за различия сцепных качеств покрытий по ширине проезжей части [8,9]. При резком торможении, когда под правыми и левыми колесами автомобиля поверхность дороги имеет разные коэффициенты сцепления, создается разница сил торможения, за счет которой возникает момент вращения. В результате автомобиль разворачивается вокруг своей вертикальной оси. Чем выше скорость движения автомобиля и чем больше разница коэффициентов сцепления, тем больший момент вращения возникает тем опаснее

могут быть последствия торможения. Это обстоятельство выдвигает задачу разработки требований в нормативных документах к назначению не только абсолютных значений коэффициента сцепления, но и к допускаемым пределам его колебаний. Допускаемая разница коэффициентов сцепления зависит прежде всего от начальных скоростей торможения и должна назначаться из условия предотвращения заносов и опрокидываний при резких торможениях. Для современных условий движения предлагается нормировать следующим образом [7]. Разница коэффициента сцепления по ширине проезжей части для дорог 1 и 2 технических категорий не должны превышать 0,07, а для дорог 3 и 4 технических категорий не должна превышать 0,1. Разница между коэффициентами сцепления покрытия проезжей части и укрепленной обочины для дорог 1 и 2 технических категорий не должны превышать 0,1, а для дорог 3 и 4 технических категорий не должна превышать 0,12. Эти значения колебаний коэффициента сцепления являются предельными и не должны превышать в зависимости от уровня содержания дорог и погодных-климатических условий. Они являются ориентиром для назначения ремонтных мероприятий по восстановлению коэффициента сцепления по ширине проезжей части не зависимо от его абсолютного значения.

Стабильность сцепных качеств покрытий, характеризуемая степенью изменения величины коэффициента сцепления может рассматриваться в разных аспектах: при увлажнении покрытий, при увеличении скорости движения на мокрых покрытиях, при изменении температуры воздуха, в процессе службы покрытия, в зависимости от неоднородности макро-и микрошероховатости поверхности покрытий, при деградации ровности проезжей части как в продольном так и в поперечном направлениях. Шероховатость повышает стабильность сцепных качеств покрытий. При достаточно высокой макро-и микрошероховатости разброс значений коэффициента сцепления на мокрых покрытиях невелик. Влияние шероховатости поверхности дорожных покрытий на

условия движения автомобилей не ограничивается только изменением величины коэффициента сцепления. В зимний период макрошероховатость способствует задержке (по времени) образования снежного наката и облегчает ликвидацию тонких гололедных пленок. Кроме того, при отрицательных температурах воздуха и покрытия шероховатость его поверхности также положительно влияет на величину коэффициента сцепления.

Относительную опасность участков дороги с различными коэффициентами сцепления рекомендуется оценивать следующими значениями коэффициентов аварийности [9] (таблица 2):

Таблица 2 – Значение коэффициента аварийности от коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления (x)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Коэффициент аварийности (y)	21,3	8,0	3,0	2,0	1,5	1,0	0,5

Зависимость коэффициента аварийности от значения коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием описывается уравнением:

$$Y=0,3425 X^{-2,565}. \quad (5)$$

Проблема равномерного обеспечения ровности на поверхности проезжей части дорожных покрытий, как по длине, так и по ширине проезжей части весьма актуальна. На неровных участках происшествия связаны со столкновениями при переездах автомобилей на полосу встречного движения, при объезде неровностей на своей полосе, а также из-за увеличения амплитудприцепов многозвенных поездов и т.д. В возникновении заносов на кривых играют роль такие колебания автомобилей при движении по неровным покрытиям, во время которых изменяется нагрузка от колес на покрытие. Во время уменьшения нагрузки поперечная сила может превышать удерживающую силу сцепления шин с покрытием и возникает занос. Система показателей эксплуатационного состояния дорог, действующая сейчас, была разработана в 60-е годы, поэтому во-

зникла необходимость переоценки существующих методов [10]. При оценке фактической степени опасности дорог в условиях эксплуатации предложено вводить дополнительные коэффициенты аварийности [9] (таблица 3).

Зависимость коэффициента аварийности от значения ровности, измеренной толчкомером, см/км описывается уравнением:

$$Y = 0,0059 X + 0,5244 . \quad (6)$$

Таблица 3 - Значение коэффициента аварийности от ровности покрытия

Ровность по толчкомеру, см/км (x)	20	30	50	80	150	200	250
Коэффициент аварийности (y)	0,64	0,7	0,82	1,0	1,4	1,7	2,0

Применение при строительстве и эксплуатации дорог наиболее совершенной технологии, современных дорожных машин и материалов позволяет получать наиболее высокие транспортно-эксплуатационные показатели качества покрытий по ровности и сцепным качествам. Поэтому необходимо в нормативных документах коренным образом изменить требование по сцепным качествам и ровности к поверхности проезжей части автомобильных дорог [10].

Выводы

Автомобильные дороги проектируют ориентируясь на движение в благоприятных погодно-климатических условиях, положенных в основу нормативных документов. Влияние сезонных погодно-климатических факторов сильно меняет обстановку движения, отражаясь на многих расчетных параметрах. Во многих случаях это влияние значительно ухудшает безопасность движения. Дожди и гололед снижают коэффициент сцепления, туманы и дожди ухудшают расстояние видимости, отдельные участки проезжей части по-

крытые грязью, застоями воды в пониженных местах, льдом или уплотненным снегом делают дорогу неоднородной по транспортно-эксплуатационным качествам, различной по длине тормозного пути. Наиболее опасны переходные периоды – конец осени и начало весны.

Для решения задачи повышения надежности работы дорог, удобства и безопасности движения транспортных потоков в сложных природно-климатических условиях, необходимо на стадии проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог найти решение комплекса вопросов:

- 1) как обеспечены нормальные условия движения на дороге в течение года при принятых в проекте конструктивных и организационных решениях;
- 2) что произойдет на каждом участке во время дождя, снегопада, метели, гололеда и при других метеорологических явлениях, сколько раз в году и на каких участках возможно снижение скоростей, затор или остановка по указанным причинам;
- 3) как пропустить движение по этим участкам или в обход их и организовать эффективную работу дороги в сложных погодно-климатических условиях;
- 4) все ли сделано для того, чтобы с наименьшими затратами обеспечить наилучшие условия движения транспортных потоков и содержания дороги в неблагоприятные периоды года.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабков В.Ф. дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1993.-271с.
2. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т: Учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений/ А.П. Васильев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.- по 320 с.
3. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения.-М: Транспорт, 1986.-248 с.
4. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: Транспорт. 1976.- 224 с.

5. Немчинов М.В. Сцепные качества дорог и безопасность движения автомобилей. М.: Транспорт, 1985.-231 с.
6. Стороженко М.С. некоторые аспекты повышения безопасности движения на автомобильных дорогах. Сб. научн. Трудов. Вестник ХНАДУ, вып. 47, Харьков, 2009, с.81-85
7. Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М. Влияние показателей ровности и сцепных качеств проезжей части на безопасность движения. Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем. Материалы четвертой международной научно-практической конференции. Челябинск, издательский центр ЮУрГУ, 2012 - с.290-296.
8. Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М. Повышение безопасности движения на основе совершенствования требований к дорожным условиям. Сучасні технології будівництва та експлуатації автомобільний доріг. Матеріали міжнародної НТК, Харків, 2013.-с. 203-207.
9. Осипенко Ю.В., Стороженко М.С. Повышение безопасности движения изменением требований к сцепным качествам и ровности проезжей части. Материалы міжнародної науково-практичної конференції. Покращення конструктивних, технологічних та експлуатаційних показників автомобільних доріг. Харків, ХНАДУ, 2014.-с. 154-158.
10. Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М. Повышение безопасности движения путем изменения нормативных требований к ровности и сцепным качествам проезжей части/ Вестник ХНАДУ. - 2013, № 63 – с.35-38.

УДК 625.72

Батракова А.Г.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Введение. В большинстве моделей управления состоянием транспортных сооружений в качестве критерия принят интегральный показатель состояния конструкции, который в результате оптимизации должен принять максимальное значение при ограничениях по финансовым затратам [1]. Преимуществом укрупненных показателей является простота использования и относительно простые процедуры получения их значений, что позволяет экономить средства на обследованиях. Однако существенным недостатком такого подхода является невозможность учета вклада каждого параметра в общую оценку состояния конструкции, что может привести к потерям, превышающим экономии от использования неполных исходных данных.

Цель и задачи. В рамках постановки задачи оценки состояния дорожных одежд предлагается развитие интегрального по-

казателя – индекса транспортно-эксплуатационного состояния (J) [2]. Данный показатель должен включать в себя как результаты визуальной оценки состояния дорожной одежды, определяющие в значительной степени потребительские свойства дороги, так и технико-эксплуатационные показатели, определяющие техническое состояние конструкции дорожной одежды. Основными технико-эксплуатационными показателями состояния дорожных одежд являются: прочность (K_{np}), ровность покрытия (S), а также коэффициент сцепления (φ). Информация о значениях этих показателей может быть получена как по результатам инструментальной оценки, выполненной в рамках СУСП, так и по результатам георадарного обследования [3]. Для оценки, прогнозирования состояния дорожных одежд, а также для обоснования ремонтной стратегии необходимо определить ха-