

Оценка ровности дорожного покрытия на основных магистралях города Волгограда



В. А. Гудков,
докт. техн. наук,
заведующий кафедрой
«Автомобильные
перевозки», Волгоградский
государственный
технический университет
(ВГТУ)



Ю. Я. Комаров,
канд. техн. наук,
доцент, зав. кафедрой
«Автомобильный
транспорт», ВГТУ



С. В. Ганзин,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Автомобильный
транспорт», ВГТУ



А. В. Шустов,
ассистент кафедры
«Автомобильный
транспорт», ВГТУ

Исследования ровности дорожного покрытия на основных автомобильных магистралях г. Волгограда в 2008 и 2010 гг. показали устойчивую тенденцию к росту отклонений от нормы. Наиболее уязвимые участки покрытия находятся на подъездах к пересечениям проезжих частей, подъемах и спусках.

Безопасность дорожного движения во многом зависит от надежности функционирования системы «водитель — автомобиль — дорога — окружающая среда». В ее структуре можно выделить механическую подсистему «автомобиль — дорога», при функционировании которой учитываются эксплуатационные свойства автомобиля и параметры автомобильной дороги.

На современном этапе одной из основных задач развития автомобилестроения и производства дополнительного оборудования к нему является изучение процессов взаимодействия транспортного средства с дорожным покрытием, а также определение оптимальных параметров эксплуатационных и прочностных свойств его конструкции при движении по реальному профилю дороги.

При оценке качества дорожного покрытия одним из основных объективных показателей автомобильной дороги, определяющим эффективность перевозок автомобильным транспортом и безопасность дорожного движения, является ровность дорожного покрытия. Данный показатель может служить и критерием при выборе участков улично-дорожной сети, нуждающихся в ремонте.

Исследования покрытия

На кафедре «Автомобильный транспорт» Волгоградского государственного технического университета в 2008 и 2010 гг. было проведено исследование ровности дорожного покрытия по основным магистралям г. Волгограда.

Методика сплошных замеров ровности соответствовала ГОСТ 30412-96. Измеряемая величина — интенсивность (уровень) вертикальных колебаний прицепа прибора относительно поддресоренного кузова — определялась суммарным сжатием подвески на 1 км дороги (см/км). Показатели ровности дорожного покрытия фиксировались каждые 50 м. В качестве основного оборудования для оценки ровности дорожного покрытия на выявленных участках с неудовлетворительной ровностью использовалась 3-метровая дорожная рейка. Для ускоренной предварительной оценки ровности применили динамометрический прицеп ПКРС-2У в составе передвижной дорожной лаборатории КП-514 МП.

В 2008 г. средние показатели ровности дорожного покрытия на основных магистралях, по которым проходят маршруты общественного транспорта, составили 426–580 см/км (табл. 1) [1]. Было выявлено, что в среднем ровность покрытия не удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 50597-93

Таблица 1. Показатели ровности дорожного покрытия и доли маршрутов городского электротранспорта г. Волгограда с неудовлетворительной ровностью покрытия

Маршрут троллейбуса	Среднее значение ровности, см/км		Доля маршрута, где зафиксированы недопустимые значения ровности, %	
	2008 г.	2010 г.	2008 г.	2010 г.
№ 2	502	807	10,6	34,9
№ 8	426	840	6,3	39,5
№ 9	477	921	8,9	46,2
№ 15	580	915	17,4	43,3

(860 см/км) на 10,8% протяженности маршрутов городского электротранспорта.

В 2010 г. на тех же маршрутах городского электротранспорта проводились повторные исследования, чтобы выявить динамику изменения показателя ровности дорожного покрытия. Было установлено, что средние значения ровности покрытия улично-дорожной сети города увеличились до 807–921 см/км, а допустимые значения ровности покрытия превышались на 41% от всей протяженности маршрутов.

Наихудшую среднюю ровность покрытия — 921 см/км — имеет маршрут троллейбуса № 9. При этом по нему наблюдается наибольшая протяженность перегонов — 46,2% от всей длины маршрута, — где показатели ровности покрытия превышают установленное ГОСТ Р 50597–93 значение 860 см/км для дорог группы Б. Были выявлены участки, на которых значение ровности дорожного покрытия превышает максимально допустимое значение (табл. 2).

Аналогичный анализ был проведен по всем маршрутам. Показатель ровности дорожного покрытия в 2010 г. по сравнению с 2008 г. вырос на всех перегонах маршрута, что увеличило протяженность перегонов, требующих ремонта, практически в 4 раза.

На рис. 1 представлены гистограммы распределения опытных вероятностей показателя ровности дорожного покрытия и сглаживающие их теоретические кривые распределения Вейбула, при этом показатели ровности, превышающие 1400 см/км, учтены в крайнем интервале

Таблица 2. Показатели ровности дорожного покрытия на перегонах маршрута троллейбуса № 9, г. Волгоград

Перегоны маршрута троллейбуса № 9	Ровность покрытия, см/км	
	2008 г.	2010 г.
Поворот на Продольную — Богунская	785,1	788
Богунская — Юность	612,4	1020
Юность — Хользунова	677,1	1174
Хользунова — Титова	585,7	1028
Титова — Ватутина	582,7	960
Ватутина — Тарифная	676,2	963
Тарифная — Горный пос.	386,7	595,5
Горный пос. — Старт	578	806
Старт — Рынок	613,3	1249
Рынок — ВГТЗ	388,5	688
ВГТЗ — Вечерний институт	755,3	1236
Вечерний институт — Начало дамбы	530,1	1165,8
Начало дамбы — Конец дамбы	404,1	808,7
Конец дамбы — Мясникова	375,2	945
Мясникова — Универсам	288,9	810

1250–1400 см/км. С доверительной вероятностью 95% интервал теоретического математического ожидания показателя ровности дорожного покрытия в 2008 г. составил 451–536 см/км, в 2010 г. — 767–870 см/км.

Из приведенных интервалов математического ожидания следует, что за 1,5 года интервалы сместились в сторону больших значений на 85% нижней границы и на 45% — верхней границы. В результате теоретическая кривая распределения плотности вероятности показателя ровности дорожного покрытия переместилась в сторону больших численных значений показателя ровности (рис. 1).

Таким образом, на основании анализа результатов исследований 2008 и 2010 гг. установлено, что значение неровностей дорожного покрытия на маршрутах городского электротранспорта увеличилось в среднем на 350 см/км, а доля маршрутов, имеющих недопустимые значения ровности, достигла 40%. Следовательно, при таких темпах ухудшения дорожного покрытия без проведения ремонтных работ через 3–5 лет большая часть маршрутов будет непригодна для эксплуатации. Этот вывод подтвердила критическая ситуация, сложившаяся весной 2012 г. на дорогах Волгограда.

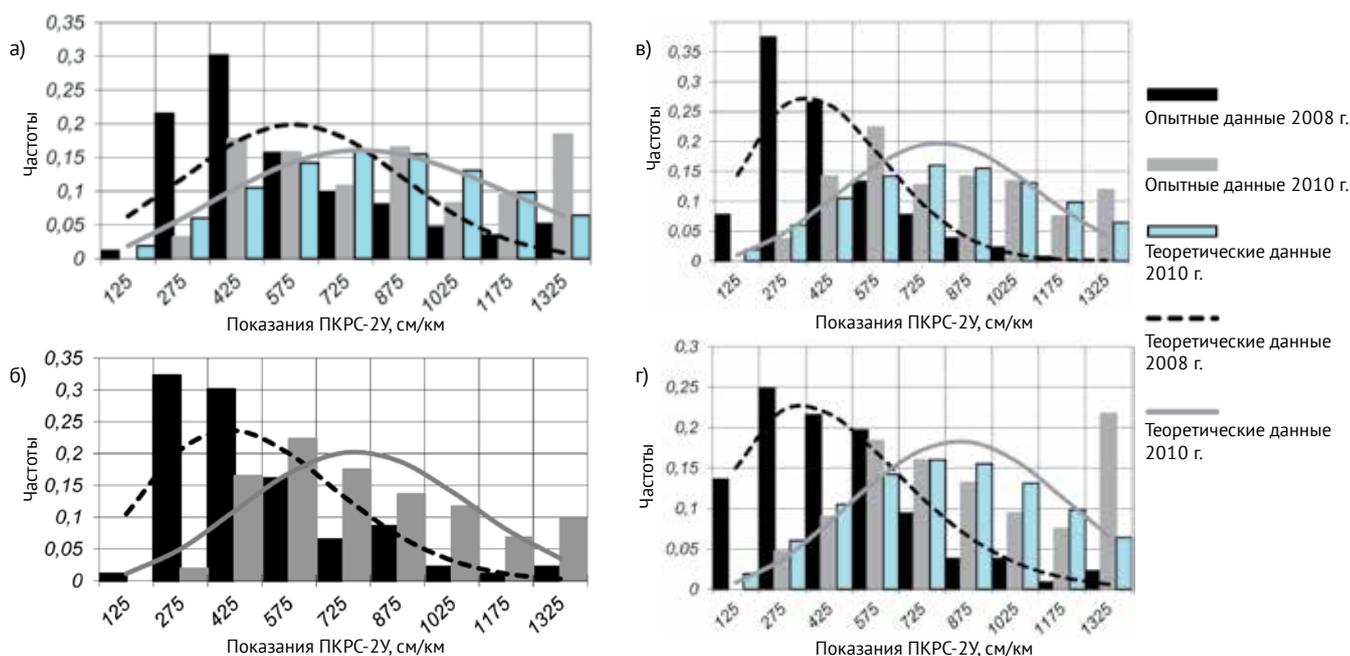


Рис. 1. Результаты статистической обработки показателей ровности дорожного покрытия улично-дорожной сети Волгограда. Маршруты городского троллейбуса: а) № 154; б) № 2; в) № 8; г) № 9.

Опасные участки

Проблемные участки в основном находятся на подъездах к пересечениям проезжих частей, подъемах и спусках, т.е. в местах, где на дорожное покрытие увеличиваются касательные нагрузки, связанные с разгоном и торможением автомобилей, а также с изменением направления движения. Кроме этого, волнообразный профиль возникает в местах, где конструкция дорожной одежды выполнена с отклонениями от СНиПов.

В 2010 г. исследования ровности дорожного покрытия проводились также на 3-й продольной магистрали, которая по СНиП 2.07.01–89 является магистральной дорогой скоростного движения, а по ГОСТ Р 50597–93 относится к группе А. Для дорог данной группы установлено предельное значение показателя ровности дорожного покрытия 660 см/км. Математические ожидания опытных показателей ровности по полосам участка дороги приведены в табл. 3. Как можно убедиться, даже средние показатели ровности покрытия превышают предельные значения.

После обработки опытных данных получено теоретическое распределение показателя ровности дорожного покрытия (рис. 2). Наименьшей ровностью обладают первая и вторая полосы движения транспортных средств в каждом направлении автомобильной дороги, поскольку по ним в основном движутся автопоезда и одиночные грузовые автомобили. Так, недопустимые значения показателя ровности покрытия фиксируются в среднем более чем на 90% протяженности полосы. Необходимо отметить, что на прямом направлении (юг — север) отмечаются худшие показатели, так как здесь перевозится большое количество сельхозпродукции, при этом превышаются предельные нагрузки на ось грузовых автомобилей. Данное обстоятельство требует введения

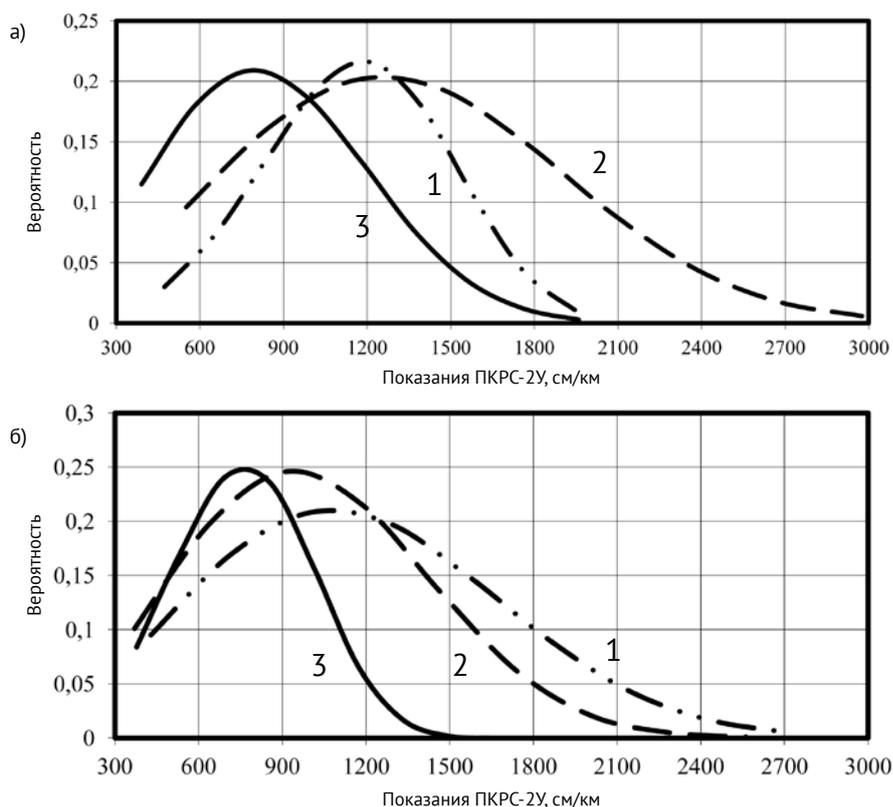


Рис. 2. Результаты статистической обработки показателей ровности по 3-й продольной магистрали Волгограда: а — прямое; б — обратное направление. Номера графиков распределения ровности соответствуют номеру полосы.

весовых датчиков, которые бы в автоматическом режиме фиксировали осевые нагрузки автомобилей.

Замеры интенсивности движения транспортного потока показали, что, из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия на крайней правой (первой) полосе движения основная часть грузового транспорта движется по второй полосе. Лучшей ровностью обладают крайние левые (третьи) полосы прямого и обратного направлений, по которым движется в основном легковой транспорт, но и здесь протяженность полосы с неудовлетворительной ровностью достигает половины длины участка.

Причины ДТП

Движение транспортного средства по участку дороги с таким продольным профилем сопровождается вертикальными, продольными, поперечными, продольно-угловыми, поперечно-угловыми и горизонтально-угловыми колебаниями. Перечисленные колебания приводят к непрерывному изменению вертикальных, продольных и поперечных реакций опорной поверхности и, как следствие, — к снижению устойчивости автомобиля при движении и возникновению значительных перегрузок на несущих элементах подвески, кузова или рамы.

Неровности дорожного покрытия, описываемые гармонической функцией, наиболее отрицательно влияют на транспортные средства, состоящие из легкового автомобиля-тягача и прицепа. Движение прицепа сопровождается не только вертикальными колебаниями, но и знакопеременной горизонтальной силой в узле сцепки. Знакопеременная горизонтальная сила результирует дополнительные касательные реакции в пятнах контакта колес транспортного средства с дорогой и зависит от вертикальной нагрузки, высоты неровности дороги и скорости автомобиля.

Таблица 3. Сводные данные по обследованию участка магистральной дороги скоростного движения от дороги Волгоград — Шахты до ул. Менделеева

Направление	Полоса	Математическое ожидание ровности покрытия, см/км	Доля автомобильной дороги, где превышены допустимые значения ровности, %
Прямое	1	1355	94
	2	1159	94
	3	857	50
Обратное	1	1183	88
	2	1011	76
	3	761	45



Рис. 3. Разрушение элементов несущей системы и ходовой части прицепных звеньев

Таким образом, в общем случае рама прицепа и ее элементы нагружены моментами изгиба в продольной плоскости, кручения — в поперечной и знакопеременной продольной силой — в узле сцепки. При этом часто движение по покрытию с волнообразным продольным профилем приводит к возникновению резонанса собственных частот колебаний кузова автомобиля-тягача и прицепа с частотой неровностей дорожного покрытия. Экспертизы некоторых дорожно-транспортных происшествий показали, что многократное увеличение нагрузок приводит к усталостному раз-

рушению указанных элементов несущей системы и ходовой части прицепных звеньев и, как следствие, — к возникновению дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (рис. 3).

Наибольшую опасность для движения малотоннажного автомобильного поезда представляют периодические неровности. При этом отрицательное влияние ровности покрытия на безопасность движения может проявиться и при длине неровностей в несколько десятков метров. Такого расстояния достаточно, чтобы автомобиль потерял устойчивость и управляемость и про-

изошло ДТП, ведущее к разрушению элементов подвески, рамы и дышла прицепа. Однако в соответствии с ГОСТ 30412–96 длину участка измерений следует принимать в пределах 300–400 м, что нивелирует наличие отдельных периодических неровностей. В связи с этим целесообразно разработать методику, позволяющую оценивать данные непротяженные участки, влияющие на безопасность дорожного движения. ■

Литература

1. Ганзин С. В., Шустов А. В., Шакуров Д. Д. Оценка ровности дорожного покрытия на улицах г. Волгограда по условиям обеспечения БДД // Материалы науч.-техн. конф. «Проблемы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог юга Российской Федерации и пути их решения», 3–15 окт. 2009 г. Волгоград: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2009.
2. Комаров Ю. Я., Ганзин С. В., Шустов А. В. К вопросу оценки ровности дорожного покрытия по критериям динамической прочности автотранспортных средств // Известия ВГТУ: сб. науч. тр. 2010. Серия «Наземные транспортные системы».

Pentair Technical Products

Schroff®

Передовые технологии
Блочные каркасы, корпуса, системы и шкафы...

... на подвижном составе

... на посту централизации стрелок и сигналов в ЦОДах

... вдоль путей

pentairtechnicalproducts.com

www.schroff.ru

НАУКА и ТРАНСПОРТ

Наш новый проект — федеральный журнал
Специализированное издание о достижениях отечественной науки и производства по всем видам транспорта

Тираж 7000 экз. Формат А4
Полноцветная печать

Целевая аудитория — ведущие специалисты транспортного комплекса и смежных отраслей.

График выхода издания и темы номеров:
29.03.2013 Морской и речной транспорт
31.05.2013 Модернизация железнодорожного транспорта
16.08.2013 Гражданская авиация
15.11.2013 Транспортное строительство

По вопросам подписки и размещения рекламы обращайтесь в редакцию:
ООО «Т-ПРЕССА», 190031, Санкт-Петербург, Московский пр. д.9, офис 8-149. Тел. (812)310-40-97 www.rotransport.com