

Транспортное и энергетическое машиностроение



ВАХИДОВ

Умар Шахидович

кандидат технических наук,
доцент
(ГОУ ВПО НГТУ
им. Р.Е. Алексеева)



БЕЛЯКОВ

Владимир Викторович

доктор технических наук,
профессор
(ГОУ ВПО НГТУ
им. Р.Е. Алексеева)



МАКАРОВ

Владимир Сергеевич

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
НИЛ (ГОУ ВПО НГТУ
им. Р.Е. Алексеева)

УДК 629.113

Моделирование трасс движения транспортных средств, характерных для территории Северного Кавказа

У.Ш. Вахидов, В.В. Беляков, В.С. Макаров

В статье рассматриваются условия эксплуатации транспортных средств на территории Северного Кавказа. Даны характеристики микропрофиля и особенности его формирования. Приведены данные, полученные в ходе эксперимента в пойме реки Чож, расчетные формулы для определения корреляционных функций микропрофиля неровностей в зависимости от угла наклона опорной поверхности. Показаны графики нормированных корреляционных функций неровностей в пойме реки и уже известные данные по среднепересеченным лугам и валам.

Ключевые слова: математическое описание трасс движения по бездорожью, микропрофиль.

The article deals with conditions of vehicles operation in the North Caucasus territories. The microprofile characteristics and peculiarities of its formation are presented. The data obtained during the experiment in the Chozh river floodplain, formulas for calculating the correlation functions of the roughness microprofile depending on the angle of inclination of the supporting surface are presented. The graphs of the normalized correlation functions of irregularities in the floodplain and the existing data on uneven grass meadows and banks are given.

Keywords: mathematical description of off-road trails, microprofile.

Одна из характеристик трасс движения транспортных средств (ТС) — геометрическая характеристика дороги, а именно профиль дороги, определяемый как сечение рельефа в продольном направлении.

Сечение поверхности конкретного участка дороги является реализацией профиля, а совокупность таких реализаций представляет собой профиль дороги как случайный процесс. Профиль дороги подразде-

ляется на макропрофиль, микропрофиль и шероховатости, обуславливающие различное воздействие их на автомобиль.

К макропрофилю относятся длинные плавные неровности (уклоны) с длиной волны 100 и более метров. Макропрофиль опорной поверхности практически не вызывает колебаний ТС, но заметно влияет на тягово-динамические показатели автомобиля.

К микропрофилю относятся неровности с длиной волны от 0,1 м до 100 м, вызывающие значительные колебания ТС, но не содержащие длительных подъемов и спусков, влияющих на ее динамику. Микропрофиль вызывает колебания и оказывает существенное влияние на основные свойства ТС: плавность хода, быстроходность, устойчивость и надежность. Комплексное воздействие микропрофиля опорной поверхности определяет нагруженность узлов и агрегатов автомобиля, ограничивает возможность реализации максимальной скорости, маневренности и т. п.

Неровности, расположенные на отрезке пути менее 0,1 м, называются шероховатостями, сглаживаемыми шинами. Эти шероховатости вызывают незначительные колебания ТС, но сильно влияют на работу шин (сцепные свойства, износ и т. п.).

Значительный вклад по классификации микропрофиля бездорожья территории Советского Союза внесли ученые Нижегородской научной школы Л.В. Барахтанов и В.И. Ершов. В работах [1, 2] приводятся данные о вероятностных характеристиках и зависимости для описания следующих трасс движения: ровные луга, малопересеченные луга, среднепересеченные луга, сильнопересеченные луга, валы, кочки.

Одна из особенностей трасс движения транспортных средств на Северном Кавказе заключается в том [3], что основной объем транспортно-технологических операций осуществляется по поймам рек. Пример движения транспортного средства по пойме реки показан на рис. 1.

Характеристики микропрофиля в значительной мере зависят от угла наклона поверхности движения к горизонтальной поверхности. Данная особенность обусловлена спецификой распределения каменистых включений. Экспериментальными исследованиями уста-



Рис. 1. Пример движения транспортного средства по пойме реки

новлено, что чем более ровная поверхность, тем меньше размеры валунов. Указанная особенность изображена на рис. 2 (в равнинной части видны небольшие камни, а на участке с характерным уклоном наблюдаются большие валуны).

Анализ данных поверхностей движения показал, что они отличаются от основных параметров, описанных в работах российских и зарубежных ученых. Поэтому для определения нагрузочных режимов и режимов движения для определения рекомендаций по применению тех или иных конструктивных решений [4, 5] необходимо выполнить моделирование трасс, характерных для территории Северного Кавказа, в частности, определить характеристики микропрофиля в поймах рек.

Результат проведения замеров микропрофиля в пойме реки Чож, обработка эксперимен-



Рис. 2. Пойма реки Чож



Рис. 3. Момент замера высот неровностей

тальных данных и проведенный частотный анализ позволили впервые дать расчетные формулы для определения корреляционных функций высоты неровностей в зависимости от угла наклона опорной поверхности. Полученные данные сведены в табл. 1.

Таблица 1

Формулы для определения корреляционных функций микропрофиля поймы реки Чож в зависимости от угла наклона опорной поверхности

Угол наклона, рад	Частота		
	Низкая	Средняя	Высокая
0,05	$14e^{-0,14l} \cos 0,42l$	$8e^{-0,27l} \cos 0,57l$ $11e^{-0,19l} \cos 0,79l$ $5e^{-0,26l} \cos 1,13l$	$5e^{-0,57l} \cos 2,16l$ $6e^{-1,24l} \cos 3,53l$
0,10	$16e^{-0,18l} \cos 0,40l$	$9e^{-0,29l} \cos 0,57l$ $11e^{-0,19l} \cos 0,77l$ $12e^{-0,27l} \cos 1,21l$	$8e^{-0,62l} \cos 2,02l$ $7e^{-1,11l} \cos 3,55l$
0,15	$17e^{-0,18l} \cos 0,40l$	$12e^{-0,27l} \cos 0,62l$ $14e^{-0,25l} \cos 0,82l$ $15e^{-0,33l} \cos 1,22l$	$9e^{-0,92l} \cos 1,93l$ $8e^{-1,22l} \cos 3,11l$
0,20	$28e^{-0,06l} \cos 0,39l$	$22e^{-0,39l} \cos 0,56l$ $16e^{-0,21l} \cos 0,84l$ $26e^{-0,35l} \cos 1,23l$	$12e^{-0,92l} \cos 1,93l$ $8e^{-0,90l} \cos 3,02l$

Сравним полученные функции с данными, приведенными в работах [1, 2]. Как видно на рис. 4, полученные функциональные зависимости имеют значительное отличие.

Зная параметры автомобиля и характеристики неровностей поверхности движения (приведенную в табл. 1), решая систему дифференциальных уравнений, можно получить зависи-

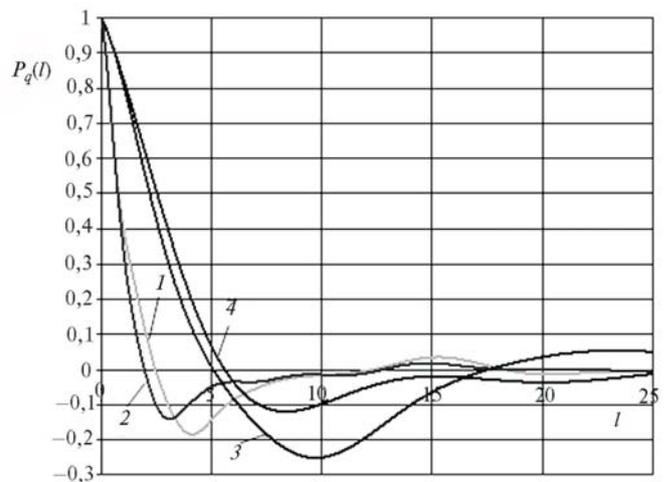


Рис. 4. Нормируемые корреляционные функции: 1 — в пойме реки Чож при угле наклона 0,05 рад; 2 — в пойме реки Чож при угле наклона 0,15 рад; 3 — среднересеченные луга; 4 — валы

мость изменения вибронгруженности автомобиля в зависимости от скорости движения и параметров подвески при движении ТС по поймам рек на территории Северного Кавказа. Проведенные исследования позволили составить математическое описание трассы движения в пойме реки Чож, и показать существенное отличие полученных данных от уже известных характеристик опорных оснований различных типов бездорожья, приведенных в работах [1, 2] (см. рис. 4). Однако для более полного описания трасс движения ТС, характерных для территории Северного Кавказа необходимы дальнейшие исследования.

Литература

1. Еришов В.И., Барахтанов Л.В. Вероятностные характеристики микропрофиля пересеченной местности. Изв. вуз. Машиностроение. 1971. № 4. С. 117—119.
2. Барахтанов Л.В., Еришов В.И. Классификация микропрофиля бездорожья территории Советского Союза. Изв. вуз. Машиностроение. 1975. № 5. С. 13—15.
3. Беляков В.В., Вахидов У.Ш., Молев Ю.И. Транспортно-технологические проблемы Северного Кавказа. Нижний Новгород; Нижегород. гос. техн. ун-т. 2009. 387 с.
4. Беляков В.В., Вахидов У.Ш., Куляшов А.П. Оценка конструкций механизмов управления транспортными средствами // Электрон. журн. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание», 2010. Вып. 11. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/163609.html>, свободный.
5. Гончаров К.О., Макаров В.С., Беляков В.В. Влияние экскавационно-бульдозерных эффектов, возникающих при криволинейном движении колеса на сопротивление качению // Электрон. журн. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание», 2010. Вып. 6. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/145884.html>, свободный.

Статья поступила 26.05.2011 г.