

УДК 629.113

РЕЗУЛЬТАТЫ ЗАМЕРОВ МИКРОПРОФИЛЯ ДОРОЖНО-ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Редкозубов А.В., Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Беляков В.В.

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Нижний Новгород, e-mail: makvl2010@gmail.com*

В статье приводятся новые данные по результатам проведенных исследований по замеру микропрофиля дорожно-грунтовых оснований с учетом их происхождения и типа. Приведены примеры микропрофиля для колеи и между колеями дороги. Показано что для низких частот амплитуда неровностей между колеями дороги на 50% больше чем в колее. Для высоких частот амплитуда неровностей между колеями на 300% больше чем в колее. Были проанализированы дорожно-грунтовые основания типа «поле» и «заросшее поле». Показано что для «поля заросшего» амплитуда высокочастотных неровностей до 2-2,5 раз больше. Проанализированы лесные дороги с многочисленными упавшими деревьями и ветками. Сделан вывод, для таких дорог применим экспоненциальный закон распределения характерных препятствий. Исследование проведено при поддержке РФФИ.

Ключевые слова: микропрофиль, дорожно-грунтовое основание, закон распределения препятствий

RESULTS OF MEASUREMENTS MICROPROFILE ROAD SOIL BASE TO BE USED FOR TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES

Redkozubov A.V., Zezyulin D.V., Makarov V.S., Belyakov V.V.

*Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E.Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: makvl2010@gmail.com*

The paper presents new data on the results of studies on the measurement of microprofile road soil bases according to their origin and type. The examples microprofile to track and between the tracks of the road. It is shown that for low frequencies the amplitude of the roughness of the road between the tracks is 50% more than in the track. For high frequencies the amplitude of the roughness between the tracks at 300% more than in the track. Were analyzed road soil bases of the «field» and «overgrown field.» It is shown that for the «overgrown field» high-amplitude irregularities to 2-2.5 times. Analyzed forest roads with many fallen trees and branches. The conclusion is made applicable to such roads exponential distribution law specific obstacles. The study was conducted with the support of the RFBR.

Keywords: microprofile, road soil bases, the law of distribution of obstacles

В рамках проведенного научного исследования при поддержке РФФИ 12-08-10004-к «Организация и проведение полевых работ по определению характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин», были выполнены работы по замеру и классификации микропрофиля дорожно-грунтового основания (ДГО) на примере Нижегородской области.

Первоначальный анализ полученных данных позволил сделать некоторые выводы. Существующая классификация ДГО может быть дополнена. Все существующие модели распределяли ДГО по величине неровностей, а именно по частоте и амплитуде [1-3, 5-8]. Однако как показали исследования, то важным при составлении характеристик является история происхождения ДГО и ее тип: дорога, поле, луга и пр. На рис. 1 показан пример проведения замеров на участке типа «заросшее поле».



Рис. 1. Проведение замеров микропрофиля на участке дороги типа «заросшее поле»

Известно, что многие грунтовые дороги эксплуатируются не часто, иногда несколько раз в год. Постепенно они зарастают растительностью, которая изменяет исходный профиль дороги, добавляя некоторые неровности. Поэтому, важным показателем является тот факт, накатана дорога или нет. На рис. 2 показано как меняется характер микропрофиля на накатанном участке дороги и не накатанном.

Как видно из приведенного примера по мере того, как накатывается колея, сглаживаются неровности. В частности для замеренных участков дорог были характерны следующие характеристики неровностей.

Для колебаний микропрофиля преобладающие частоты составляли порядка

$\beta = 0,13 - 0,15 \text{ м}^{-1}$ или длины волны порядка $l = 6 - 8 \text{ м}$. Амплитуды неровностей для колеи составляли порядка $A = 0,09 - 0,11 \text{ м}$, для дороги между колеями амплитуда была на 50% больше. Аналогичное наблюдалось для высоких частот порядка $\beta = 1 - 2 \text{ м}^{-1}$ или длины волны порядка $l = 0,5 - 1 \text{ м}$, для колеи амплитуда была порядка $A = 0,01 - 0,012 \text{ м}$, для дороги между колеями рост амплитуды был до 300%. Наряду со сглаживанием высокочастотных и среднечастотных составляющих микропрофиля происходит доминирование низкочастотных характеристик. Так для накатанной дороги появляются характерные неровности частотой порядка $\beta = 0,022 - 0,029 \text{ м}^{-1}$ или длины волны порядка $l = 35 - 45 \text{ м}$.

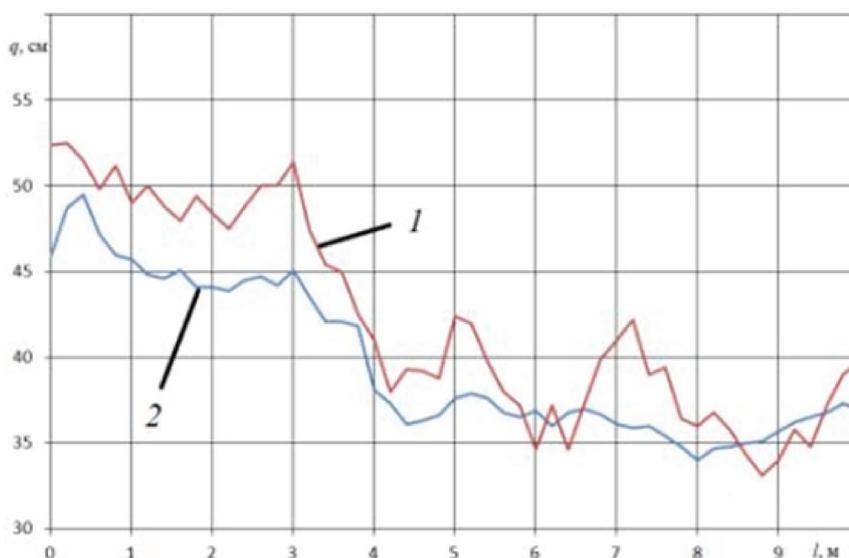


Рис. 2. Пример микропрофиля:

1 — исходная дорога (замерялась между колеями), 2 — накатанная дорога (замерялась колея)

Также проанализировав различные поля на характер изменения микропрофиля, в зависимости от того обрабатывается оно или нет [5, 6]. Были получены следующие выводы, что чем дольше поле не обрабатывается, тем при сохранении частоты неровностей увеличивается их амплитуда.

На рис. 3 показаны примеры микропрофиля ДГО типа «поле» и «заросшее поле». На них наглядно видно, что частоты неровностей

После преобразований были получены значения частот неровностей, они составляют порядка $\beta = 0,015 - 0,04 \text{ м}^{-1}$ или длины волны порядка $l = 25 - 65 \text{ м}$. При этом, как показали исследования, для естественных оснований эти величины постоянны

на участках 50 – 200 м и могут составлять 1 – 4 полных волны, в последующем изменяясь случайным образом. Для амплитуд низкочастотных колебаний характерна следующая связь: для ДГО типа «поле» составляет $A = 0,02 - 0,06 \text{ м}$, а для «поля заросшего» $A = 0,04 - 0,1 \text{ м}$

Высокие же преобладающие частоты имеют более постоянные величины и их можно охарактеризовать, следующими значениями $\beta = 1 - 5 \text{ м}^{-1}$ или $l = 0,2 - 1 \text{ м}$. Для амплитуд же этих колебаний характерна следующая связь: для ДГО типа «поле» составляет $A = 0,01 - 0,02 \text{ м}$, а для «поля заросшего» $A = 0,02 - 0,05 \text{ м}$, что в 2-2,5 раза больше.

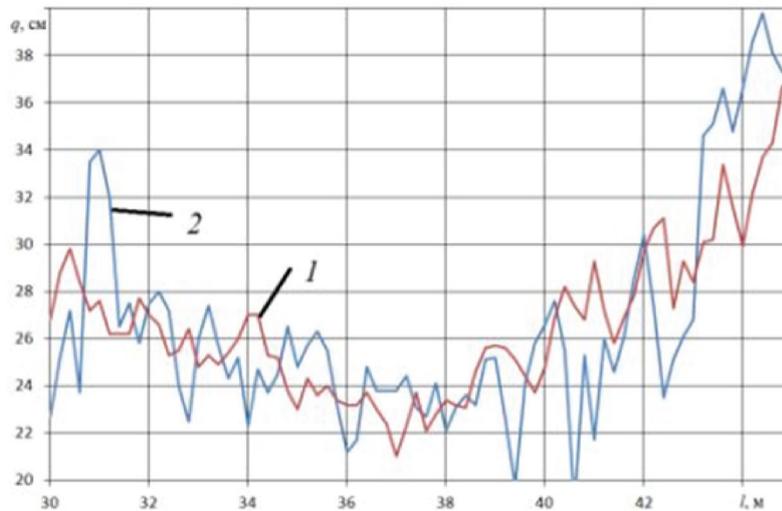


Рис. 3. Примеры микропрофиля:
1 – поле, 2 – заросшее поле

Для рассмотренных участков при моделировании микропрофиля ДГО можно задаваться некоторой ломаной кусочно-линейной функцией. Это дает меньшие отклонения от характера естественного профиля ДГО.

В отдельную группу можно выделить ДГО типа «лесные дороги». Была замечена одна особенность то, что при запущенности таких дорог (в том числе противопожарных просек) со временем (1-2 года) на них начинают падать деревья и ветки, представляющие профильные препятствия.

Проведя экспериментальный замер на участке (смешанный лес возрастом порядка 40-60 лет) протяженностью 1 км была получена характерная зависимость распределения числа упавших деревьев, веток и корневищ деревьев от их толщины.

Полученная зависимость (рис. 4) носит характер позволяющий составить математическую модель, описывающую профильные препятствия.

На рис. 4 точками показаны экспериментальные данные, кривой – аппроксимирующая зависимость. Как показал анализ результатов, наиболее подходящим является экспоненциальный закон распределения. Эти данные можно использовать для прогнозирования подвижности [1, 4] по плавности хода и подвижности по профильной проходимости транспортно-технологических машин и комплексов. Отметим, что аналогичный закон распределения, характерен для дорог типа «stone-road» [1, 3].

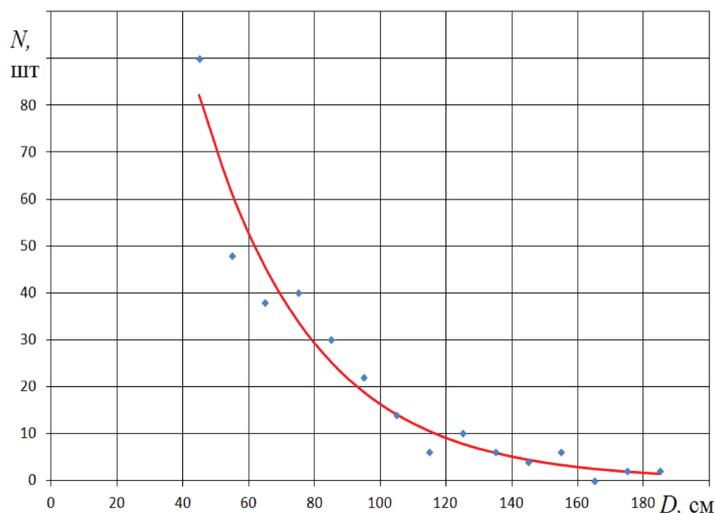


Рис. 4. Зависимость распределения числа упавших деревьев, веток и корневищ деревьев от их толщины на 1 км дороги

Таким образом, в результате исследования сделаны следующие важные выводы:

– для грунтовых дорог для низких частот амплитуда неровностей между колеями дороги на 50% больше чем в колее; для высоких частот амплитуда неровностей между колеями на 300% больше чем в колее.

– для дорожно-грунтовых оснований типа «поле» и «заросшее поле», для последнего амплитуда высокочастотных неровностей до 2-2,5 раз больше.

– для лесных дорог зависимость распределения числа упавших деревьев, веток и корневищ деревьев от их толщины носит экспоненциальный закон распределения.

Список литературы

1. Беляков, В.В. Подвижность специальных транспортных средств по дорогам типа «stone-road» / В.В. Беляков, У.Ш. Вахидов, Д.А. Галкин, А.С. Зайцев, Е.М. Кудряшов, В.С. Макаров // Труды НГТУ им. Р.Е.Алексева. – 2012. – № 1 – С. 143-151.
2. Вахидов, У.Ш. Математическое описание дорог типа «stone-road» / У.Ш. Вахидов, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3; URL: www.science-education.ru/103-6376 (дата обращения: 05.06.2012).
3. Вахидов, У.Ш., Моделирование трасс движения транспортных средств, характерных для территории Северного Кавказа / У.Ш. Вахидов, В.В. Беляков, В.С. Макаров // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. № 7, 2011. с. 24-26.
4. Галкин, Д.А. Влияние параметров шин на подвижность многоосных колесных машин / Д.А. Галкин, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: www.science-education.ru/106-7882 (дата обращения: 24.12.2012).
5. Гончаров К.О. Проведение замеров микропрофиля поверхности движения типа ровное поле/ К.О.Гончаров, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Леса России и хозяйство в них. 2012. Т. 1-2. № 42-43. С. 29-30
6. Макаров В.С. Определение характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин/ В.С. Макаров, К.О. Гончаров, В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, А.М. Беляев, А.В. Папунин, А.В. Редкозубов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. <http://www.science-education.ru/105-7111> (дата обращения: 05.10.2012).
7. Редкозубов А.В. О целесообразности моделирования дорог при помощи фрактального исчисления/ А.В. Редкозубов, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Леса России и хозяйство в них. 2012. Т. 1-2. № 42-43. С. 87-88.
8. Яценко Н.Н., Прутчиков О.К. Плавность хода грузовых автомобилей. М: Машиностроение, 1969. – 256 с.