МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.113

M R . Zobh\ , кандидат технических наук, доцент;
<. K. FZdZjh\ , кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
<. <. ;eydh\ , доктор технических наук, профессор
Нижегородский государственный технический университет
им. Р. Е. Алексеева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПРОФИЛЯ В ПОЙМАХ РЕК СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

JZkhZjbZky mkehby b`gby ljZgkihjlguo kj_kl\ ih ihcfZf j_d \ mkehbyo K\jghh DZdZaZ. Ijbhylky hkh[gghklb baf_g_gby ]hf_ljbq_kdbo b nbabdh-f_oZgbq_kdbo khckl\ . Ijb\ -^gu Zggu_ h oZjZdl_jguo bZiZahgZo qZklhl hafmsZxs_h ha^cklby b ebgu g_jhghkl_c , ihemq_ggu_ \ j_amevlZl_ hZhldb wdki_jbf_glZevghh fZl_jbZeZ \ ihcf_ j_db Qh` , Z lZd` klZ -lbklbq_kdb_ oZjZdl_jbklbdb ukhl b ebg g_jhghkl_c ihcfu j_db Ze_jbd . IhdZaZgu jZnbdb ghj -fbjhZgghc dhjj_eypbhgghc nmgdpbb fbdjhijhnbey ih\joghklb b`gby .

Ключевые слова: математическое описание движения, микропрофиль

Введение

Специфика движения транспортных средств в условиях Северного Кавказа заключается в том [1], что основной объем транспортно-технологических операций осуществляется по поймам рек (рис. 1), обладающих определенными геометрическими и физико-механическими свойствами, а именно:

- опорная поверхность представляет собой каменистую поверхность, деформацией которой во время движения транспортных средств можно пренебречь;
- геометрические параметры поверхности движения определяются размерами каменистых включений, имеющих округлую форму;
- величина каменистых включений определяется углом наклона поверхности движения к горизонтальной поверхности, чем более ровная поверхность, тем меньше размеры валунов.

Jbk. *1*. Поверхность движения в условиях Северного Кавказа

© Вахидов У. Ш., Макаров В. С., Беляков В. В., 2011

Анализ данных специфических поверхностей движения показал, что условия движения транспортных средств на них значительно отличаются от основных параметров, описанных в работах российских и зарубежных ученых [2]. Таким образом, для выработки рекомендаций по применению тех или иных конструкторских решений [3, 4] необходимо оценить влияние параметров неровности исследуемых трасс движения на проходимость и комфортность движения.

Моделирование микропрофиля

Вероятностные характеристики микропрофиля опорной поверхности можно охарактеризовать корреляционной функцией $R_q(l)$, отражающей вероятностную связь между координатами микропрофиля по длине участка пути l, спектральной плотностью $S_q(\omega)$, характеризующей частотный состав микропрофиля и дисперсией D_q, характеризующей разброс величины ординаты микропрофиля относительно аппроксимационной кривой:

$$S_q(\omega) = 2\int_0^\infty R_q(l)\cos(\omega l)\,dl\,,$$

$$R_q(l) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty S_q(\omega)\cos(\omega l)\,d\omega\,,$$

$$D_q = R_q(0)\,.$$

Обширные исследования автомобильных и грунтовых дорог показали нормированные корреляционные функции $\rho_q(l)$, и спектральные плотности ординат среднего сечения $\overline{S}_q(\omega)$ могут быть аппроксимированы соответственно следующими выражениями:

$$\rho_q(l) = \sum_{i=1}^{n} A_i e^{-\alpha_i l}\cos(\beta_i l)\,,$$

$$\overline{S}_q(\omega) = \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i\alpha_i\left(\alpha_i^2+\beta_i^2+\omega^2\right)}{\omega^4+2\omega^2\left(\alpha_i^2+\beta_i^2\right)+\left(\alpha_i^2+\beta_i^2\right)^2}\,.$$

Значения коэффициентов аппроксимации (A_i, α_i, β_i) корреляционной функции и плотности микропрофиля некоторых типов дорог приведены в соответствующей технической литературе. Необходимо отметить, что наиболее полные исследования микропрофиля пересеченной местности были выполнены в отраслевой научно-исследовательской лаборатории вездеходных машин (ОНИЛ ВМ) Нижегородского государственного технического университета [5]. Данные коэффициенты могут быть использованы для оценки возмущающих воздействий на динамические системы транспортного средства.

В результате проведения замеров микропрофиля в поймах рек Чож и Валерик (рис. 2, 3) были получены результаты – средние значения и средние квадратичные отклонения преобладающих частот и величин рассеяния частот вокруг преобла-

дающих частот, представленные в табл. 1 и 2. Данные приведены с учетом угла наклона поверхности движения к горизонтальной поверхности.

Jbk. *2*. Момент проведения замеров микропрофиля

LZebpZ *1*. **Характерные диапазоны частот возмущающего воздействия и длины неровностей, полученные в результате обработки экспериментального материала в пойме реки Чож (угол наклона 0,07 рад)**

Название диапазона частот (длин)	Частоты, рад/м	Длины, м
Инфранизкие частоты (сверхдлинные неровности)	0,16–0,30	21–39
Низкие частоты (длинные неровности)	0,31–0,49	13–20
Средние частоты (средние неровности) поддиапазоны:	0,50–1,50	4,2–12
	0,50–0,70	9–12
	0,71–0,90	7,0–8,9
	0,91–1,50	4,2–6,9
Высокие частоты (короткие неровности) поддиапазоны:	1,51–10,0	0,62–4,1
	2,51–6,0	1,1–2,5
	6,1–10,0	0,62–1,0

Jbk. *3*. Место замеров микропрофиля трасс движения в пойме реки Чож

LÆebpZ 2. **Статистические характеристики высот и длин неровностей поймы реки Валерик (М – среднее значение, σ – среднее квадратичное значение; индексы α, β, σ означают, что это значение в выражении для аппроксимации корреляционных функций)**

Диапазон частот	М, σ	Характеристика опорного основания			
		Угол наклона 0,05 рад	Угол наклона 0,10 рад	Угол наклона 0,15 рад	Угол наклона 0,20 рад
низкая частота	M_σ, см	3,71	4,02	4,07	5,33
	σ_σ, см	0,64	0,62	0,60	0,55
	M_α, 1/м	0,14	0,18	0,18	0,065
	σ_α, 1/м	0,01	0,01	0,01	0,03
	M_β, 1/м	0,42	0,40	0,40	0,39
	σ_β, 1/м	0,02	0,02	0,03	0,03
средняя частота	M_σ, см	2,81	3,02	3,47	4,68
		3,35	3,33	3,77	4,06
		2,22	3,41	3,88	5,11
	σ_σ, см	0,24	0,27	0,32	0,47
		0,72	0,55	0,54	0,54
		0,25	0,37	0,52	0,83
	M_α, 1/м	0,27	0,29	0,27	0,39
		0,19	0,19	0,25	0,21
		0,26	0,27	0,33	0,35
	σ_α, 1/м	0,07	0,08	0,08	0,07
		0,04	0,05	0,07	0,07
		0,09	0,09	0,10	0,10
	M_β, 1/м	0,57	0,57	0,62	0,56
		0,79	0,77	0,82	0,84
		1,13	1,21	1,22	1,23
	σ_β, 1/м	0,07	0,07	0,08	0,07
		0,1	0,09	0,08	0,08
		0,08	0,1	0,12	0,14
высокая частота	M_σ, см	2,27	2,85	2,97	3,49
		2,47	2,55	2,77	2,82
	σ_σ, см	0,51	0,55	0,58	0,75
		0,34	0,37	0,39	0,38
	M_α, 1/м	0,57	0,62	0,57	0,92
		1,24	1,11	1,22	0,90
	σ_α, 1/м	0,26	0,28	0,33	0,32
		0,30	0,25	0,27	0,20
	M_β, 1/м	2,16	2,02	1,97	1,93
		3,53	3,55	3,11	3,02
	σ_β, 1/м	0,83	0,84	0,78	0,80
		0,92	0,97	0,89	0,93

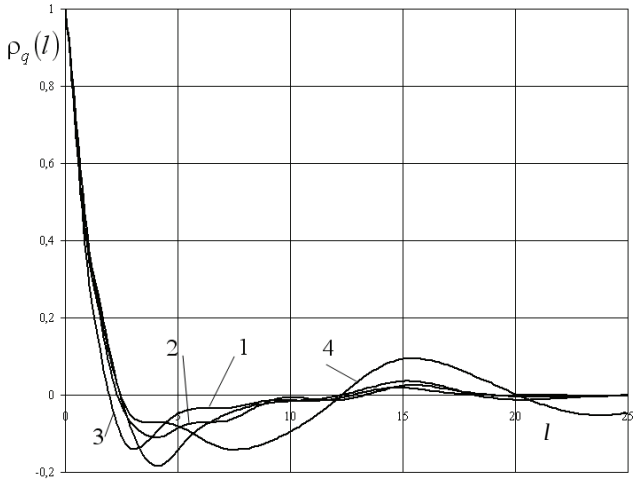
Приведенные в таблице данные показывают, что:

- преобладающий диапазон частот (параметр β) для всех рассмотренных трасс движения относится к высокому диапазону (короткие длины неровностей);
- рассеяние частот относительно преобладающей (параметр α) для всех частотных диапазонов имеет близкие значения;
- значение среднеквадратичного отклонения высоты преобладающих неровностей близко для всех частотных диапазонов.

Результаты статистической обработки позволили получить значения для описания поверхности движения транспортных средств по поймам рек Северного Кавказа.

Поскольку исследуемая поверхность является случайной, стационарной, эргодичной нормально распределенной функцией, то можно найти значения максимальной высоты неровностей по правилу «трех сигм» [6]. По данным Е. С. Венцеля, максимальная высота неровности в данном случае будет равняться шести среднеквадратичным значениям преобладающей неровности. Таким образом, анализ высот преобладающих неровностей поверхности можно провести, исследовав зависимость среднеквадратичного отклонения высоты неровностей поверхности от средней высоты на трассе.

Для отыскания данной закономерности у каждого участка во всех частотных диапазонах подсчитывались величины относительного среднего квадратичного отклонения высоты неровностей поверхности движения, которые служили ординатой точки и наносились на соответствующий график, где абсциссой точки являлось среднее значение высоты поверхности движения. Нахождение среднего квадратичного отклонения высоты неровностей от угла наклона трассы движения позволило привести к единой зависимости участки с близкими значениями среднеквадратичных отклонений неровностей и получить зависимость среднего квадратичного отклонения поверхности движения для различных значений среднего квадратичного отклонения наклона поверхности движения к горизонту.



Jbk. *4*. Графики нормированной корреляционной функции поверхности поймы реки Валерик в зависимости от угла наклона опорного основания:
1 – угол наклона 0,05 рад; *2* – угол наклона 0,10 рад; *3* – угол наклона 0,15 рад;
4 – угол наклона 0,20 рад

При аппроксимации все имеющиеся у рядов частоты в каждом диапазоне заменялись одной преобладающей частотой. Для этого было необходимо выяснить, насколько преобладающая в каждом диапазоне частота оказывает большее влияние на колебание транспортных средств, насколько рассеяна мощность внутри диапазонов, приходится ли она в основном на преобладающие частоты или рассредоточена по всему диапазону. Анализ полученных данных позволил сделать следующие

выводы. С ростом частоты неровностей происходит их размывание по спектру, и все больше, наряду с основной частотой, начинают играть роль и другие частоты. Полученные зависимости дают возможность количественно оценить рассеяние частот относительно преобладающей для всех неровностей опорного основания. Результатом всего комплекса экспериментально-аналитических исследований стал выбор аппроксимационной зависимости изменения высот неровностей относительно угла наклона трассы движения вездеходной техники.

В результате обработки экспериментальных данных для поймы реки Валерик в зависимости от угла наклона опорного основания относительно горизонта нормированная корреляционная функция примет вид, показанный на рис. 4.

Таким образом, зная эксплуатационные параметры машины и частотную характеристику неровностей поверхности движения, решая систему дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, получим зависимость изменения вибронагруженности транспортного средства в зависимости от скорости движения и параметров подвески. Зная характер колебаний центра тяжести автомобиля и его угловые перемещения, по законам геометрии легко можно определить динамическое изменение клиренса автомобиля, а следовательно, и оценить его проходимость с учетом колебательных движений автомобиля.

Список литературы

1. Zobh\ M. R., ;eydh\ <. <., Fhe_\ X. B. Транспортно-технологические проблемы Северного Кавказа. – Н. Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2009. – 330 с.

2. ;eydh\ <. <., Zobh\ M. R., Fhe_\ X. B. Оценка эффективности работы транспортной системы // Приволж. науч. журн. – 2010. – № 4. – С. 214–219.

3. ;eydh\ <. <., Zobh\ M. R., Dmeyrh\ :. I. Оценка конструкций механизмов управления транспортными средствами // Наука и образование : электрон. науч.-техн. изд. Эл № ФС 77-30569. Гос. регистрация № 0421100025. ISSN 1994-0408. – Нояб. 2010. – № 11. URL: http://technomag.edu.ru/pdf/out/163609.pdf (дата обращения: 28.04.2011).

4. =hgqjh\ D. H., FZdZjh\ <. K., ;eydh\ <. <. Влияние экскавационно-бульдозерных эффектов, возникающих при криволинейном движении колеса на сопротивление качению // Наука и образование : электрон. науч.-техн. изд. Эл № ФС 77-30569. Гос. регистрация № 0421100025. ISSN 1994-0408. – Июнь 2010. – № 6. URL: http://technomag.edu.ru/doc/145884.html (дата обращения: 28.04.2011).

5. Снегоходные машины / Л. В. Барахтанов, В. И. Ершов, С. В. Рукавишников и др. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1986. – 191 с.

6. <gyibg =. <. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1973. – 200 с.

***

U. Sh. Vakhidov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

V. S. Makarov, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

V. V. Belyakov, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of Automobiles and tractors department, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

Determination of Microprofile Characteristics of the North Caucasus Floodplains

The article discusses the condition vehicle running on the North Caucasus floodplains. Peculiarities of geometric and physical and mechanical property changes are given. The characteristics of perturbing action frequency range and traffic route irregularity lengths, obtained by processing the experimental data in floodplain Chozh, as

well as the statistical characteristics of heights and lengths of the irregularities in floodplain Valerik are presented. Graphs of the normalized correlation function of the traffic route surface microprofile are shown.

Keywords: mathematical description of movement, microprofile

Получено: 13.04.11

УДК 658.011.56

F. N. =bevnZgh, аспирант
Воткинский филиал
Ижевского государственного технического университета

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ *

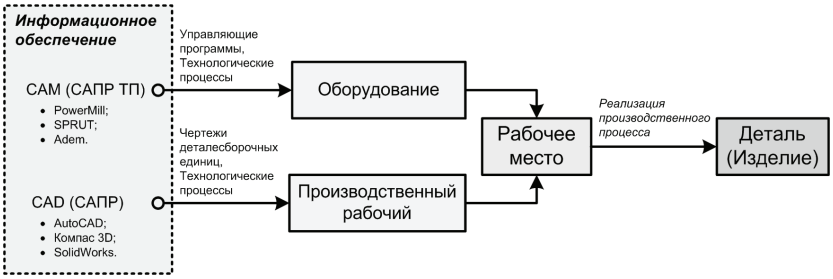
JZkkfhlj_gh hibkZgb_ jZ[q_]h f_klZ ijhbahkl_gghc kbkl_fu , Z lZd`_ ij_klZe_gZ fh^ev jZ[q_]h f_klZ k bkihevahZgb_f l_hjbb g_q_ldbo fgh`kl\ , ihdZaZgZ __jhev \ ZlhfZlbabjhZgghc kbkl_f_ l_oghehbq_kdhlh ZmblZ ijhbahkl_gguo kbkl_f fZrbghkljh_gby .

Ключевые слова: индустриальная система, рабочее место, технологическая ревизия

При проведении технологического аудита производственной системы (ПС) машиностроения и, в частности, анализа ее эффективности, необходимо учитывать различные показатели рабочих мест, которые непосредственно вовлечены в производственный процесс. В соответствии с этим необходимо уточнить само понятие рабочего места [1–4].

В машиностроительном производстве особую значимость имеет оптимальное функционирование системы «человек – машина – среда». Указанная человеко-машинная система предназначена для изготовления продукции: конкретной номенклатуры деталей или изделий. При включении в модель этой системы результата ее деятельности – конечного продукта (детали или изделия), а также элементов ее информационного обеспечения можно говорить о такой системе как о рабочем месте.

Введем определение. Рабочее место – часть производственной системы, состоящая из четырех взаимосвязанных элементов – «оборудование – деталь – рабочий – информация» (рис. 1). Каждый из элементов оказывает существенное влияние на эффективность функционирования рабочего места.



Jbk. *1*. Структурное представление рабочего места

© Гильфанов М. Ф., 2011

* Статья подготовлена в рамках работ по гранту Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации НШ-64570.2010.8.