

рами приблизительно в 10 раз меньше, чем для сидения с силой сухого трения, равной 200 Н.

На рис. 4, б приведены графики среднеквадратических значений ускорений, действующих на водителя в октавных полосах частот на поддрессоренном сидении с оптимальными параметрами при движении по изношенному асфальтобетонному шоссе с различными скоростями. Как видно из графиков, величины ускорений во всех октавных полосах частот находятся ниже предельно допустимых норм ИСО для 8-часового времени воздействия.

Выводы. Произведена оценка серийных вариантов неподдрессоренного и поддрессоренного сидений большегрузных автомобилей по средним квадратическим величинам ускорений, действующих на водителя, определяемых в октавных полосах частот.

Подобраны оптимальные параметры подвески сидения бортового грузового автомобиля типа МАЗ-500А. Рекомендуем устанавливать поддрессоренное сидение со следующими оптимальными параметрами:

$$C_c = 3 \cdot 10^3 \text{ Н/м}; \quad K_c^{\text{сж}} = K_c^{\text{от}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с/м}; \quad F_{\text{трс}} = \\ = 40 \dots 50 \text{ Н.}$$

Л и т е р а т у р а

1. МС ИСО 2631-74. Вибрация, передаваемая человеческому телу. Руководство по оценке воздействия на человека. Изд. 1. 2. Гришкевич А.И., Бусел Б.У. Методика моделирования движения автомобилей на аналоговых вычислительных машинах. Минск, 1975.

УДК 629.113.073

П.П. Артемьев, канд. техн. наук

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПРОФИЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

Статистическая динамика машин широко применяется при исследовании динамических систем дорога – машина – водитель. Микропрофили дорог являются основными источниками низкочастотных колебаний машин. Знание статистических характеристик микропрофилей дорог имеет и практическое и теоретическое

значение. На основании исследований И.Б. Барского, В.Я. Аниловича, Г.М. Кутькова [1], А.А. Силаева [2] и других авторов установлено, что микропрофили дорог носят вероятностный, случайный характер. Произвольный микропрофиль [1, 2] рассматривают как реализацию некоторой стационарной случайной функции, удовлетворяющей свойствам эргодичности. Для аналитического описания такого микропрофиля используется автокорреляционная функция [1, 2]

$$R(l^*) = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{2L} \int_{-L}^L q(l+l^*) q(l) dl, \quad (1)$$

где $q(l+l^*)$ - значение функции неровностей при смещении аргумента на величину l^* ; L - отрезок пути.

Чтобы определить автокорреляционную функцию по известной реализации [1, 2], интеграл (1) заменяют конечной суммой

$$R(l^*) = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{2L} \sum_{-L}^L q(l+l^*) q(l).$$

Для аппроксимации корреляционных функций неровностей их нормируют, т.е. делят на дисперсию $D = R(0)$ и затем подбирают функциональные экспоненциально-косинусоидальные зависимости различного вида

$$\rho(l) = \frac{R(l^*)}{R(0)} = A_1 e^{-\alpha_1 |l|} + A_2 e^{-\alpha_2 |l|} \cos \beta_1 l; \quad (2)$$

$$\rho(l) = e^{-\alpha |l|} \left(\cos \beta l + \frac{\alpha}{\beta} \sin \beta |l| \right); \quad (3)$$

$$\rho(l) = A_0 e^{-\alpha_0 |l|} \left(1 + \alpha_0 |l| + \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i |l|} \left(\cos \beta_i l + \frac{\alpha_i}{\beta_i} \sin \beta_i |l| \right) \right), \quad (4)$$

где A, α, β - коэффициенты аппроксимации. Могут быть определены любым из методов, применяемых в теории аппроксимации.

Для более точной аппроксимации сложных опытных корреляционных функций А.А. Силаев [2] предложил полином вида

$$\rho(l) = \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i |l|} \cos \beta_i l, \quad (5)$$

где n - число членов полинома.

Аналитические выражения для аппроксимации корреляционных функций предлагаются также другими нашими и зарубежными учеными. Однако принципиально они не отличаются от приведенных выше.

Для перехода от нормированной корреляционной функции микропрофиля $\rho(l)$ к нормированной корреляционной функции воздействия микропрофиля на машину $\rho(\tau)$ используется соотношение

$$\tau = \frac{L}{v}, \quad (6)$$

где τ - промежуток времени, с; v - скорость машины, м/с.

Используя прямое функциональное преобразование Фурье

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau, \quad (7)$$

получают уравнения для вычисления нормированных спектральных плотностей воздействия $S(\omega)$ соответственно формулам (2) - (5):

$$S(\omega) = \frac{A_1 \alpha}{\pi} \frac{1}{\omega^2 + \alpha^2} + \frac{A_2 \alpha_1}{\pi} \frac{\omega^2 + \alpha_1^2 + \beta^2}{(\omega^2 + \alpha_1^2 - \beta^2)^2 + 4\alpha_1^2 \beta^2}; \quad (8)$$

$$S(\omega) = \frac{4\alpha}{\pi} \frac{\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2}{(\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)^2 - 4\beta^2 \omega^2}; \quad (9)$$

$$S(\omega) = \frac{4A_0 \alpha_0^3}{(\omega^2 - \alpha_0^2 + 4\alpha_0 \omega^2)} + \sum_{i=1}^n \frac{4A_i \omega_{0i}^2 \alpha_i}{(\omega^2 - \omega_{0i}^2)^2 + 4\alpha_i \omega^2}; \quad (10)$$

$$S(\omega) = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \alpha_i (\alpha_i^2 + \beta_i^2 + \omega_{0i}^2)}{\omega^4 + 2(\alpha_i^2 - \beta_i^2)\omega^2 + (\alpha_i^2 + \beta_i^2)^2}, \quad (11)$$

где ω - круговая частота, 1/с;

$$\omega_{0i}^2 = \alpha_i^2 + \beta_i^2.$$

Замер реализаций микропрофилей различных типов дорог производился с помощью специального копирующего устройства. Путем его последовательного перемещения записывались профили участков различных типов дорог. Запись на ленту осциллографа позволила обработать реализации с помощью электронного устройства "Силуэт" с последующей обработкой на ЦЕМ "Наири-С". Коэффициенты аппроксимации определяли по методике, изложенной в работе И.С. Нагорского, В.А. Москаленко [3].

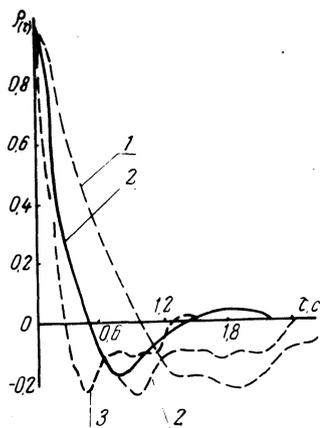


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции воздействия булыжной дороги: — — — экспериментальные; — — — расчетные; 1 — $v = 1$ м/с; 2 — $v = 2$ м/с; 3 — $v = 4$ м/с.

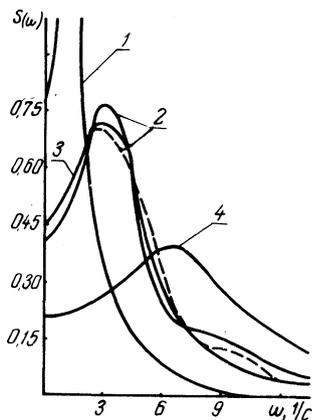


Рис. 2. Нормированные спектральные плотности воздействия булыжной дороги: 1 — $v = 1$ м/с; 2, 3 — $v = 2$ м/с; 4 — $v = 4$ м/с.

Для аппроксимации экспериментальных функций воздействия использовались различные аналитические выражения, представленные выше. В результате было установлено, что с увеличением длины реализаций микропрофилей дорог их статистические характеристики с высокой степенью точности могут быть аппроксимированы зависимостями (2), (3), (8), (9). Дисперсия отклонений экспериментально полученных корреляционных функций и спектральных плотностей от их расчетных (аппроксимирующих) зависимостей составляла 0,028 при степени точности 0,01. Применение более сложных аналитических зависимостей при исследовании динамических систем нежелательно, так как расчеты становятся громоздки и точность практически не возрастает. На рис. 1, 2 (для примера) показаны характеристики микро-

профилей, описанные по формулам (3) (рис. 1) и (9), (10) (рис. 2, поз. 2,3) соответственно.

Осредненные характеристики микропрофилей дорог приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Дорога (фон)	$D, \text{ см}^2$	$\alpha, 1/\text{м}$	$\beta, 1/\text{м}$
Асфальтированная	1,4	0,3	1,24
Бульжная	3,2	1,04	1,65
Грунтовая улучшенная	4,1	0,4	1,42
Стерня	9,4	0,41	0,27

На основании изложенного следует, что:

1) максимальное значение спектральной плотности дорог соответствует частотам ω до 8 1/с; 2) статистические характеристики дорог с высокой степенью точности могут быть аппроксимированы экспоненциально-косинусоидальными зависимостями вида (2), (3), (8), (9).

Л и т е р а т у р а

1. Барский И.Б., Анилович В.Я., Кутьков Г.М. Динамика трактора. М., 1973. 2. Силаев А.А. Спектральная теория поддресоривания транспортных машин. М., 1972. 3. Нагорский И.С., Москаленко В.А. Вычисление корреляционных функций процессов мобильных сельскохозяйственных агрегатов на малых ЭВМ. - "Труды ЦНИИМЭСХ", 1974, т.Х1.

УДК 621.43.631.12

В.С. Грачев, В.Д. Басаргин, канд. техн. наук,
И.П. Завадский

О ВЛИЯНИИ КОЛЕБАНИЙ РЕЙКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА НА ЦИКЛОВУЮ ПОДАЧУ

В данной работе поставлена задача экспериментально определить влияние колебаний рейки топливного насоса на цикловую подачу раздельно на безмоторном стенде, на двигателе (моторный стенд) и в поле (на тракторе) и проверить правомочность определения q_{Π} по h на безмоторном стенде.