

ристик подвесок транспортных средств. — "Тракторы и сельхозмашины", 1975, № 6. 6. Волошин Ю.А., Добрынин Ю.А. Исследование плавности хода и нагруженности рессор лесохозяйственного трактора класса 1,4 тс. — "Тракторы и сельхозмашины", 1974, № 1. 7. Гастев Б.Г., Мельников В.И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. М., 1967. 8. Волошин Ю.А. и др. Исследование плавности хода колесного трактора класса 3 тс. — "Тракторы и сельхозмашины", 1972, № 11. 9. Варава В.И., Помогаев С.А., Добрынин Ю.А. Установление компановки параметров амортизации лесного колесного тягача. — В сб.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок, вып. 1. Минск, 1972.

УДК 629.114.2

М.Ф. Семенов (канд. техн. наук)

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА ТДТ-55

С целью оценки нагруженности трансмиссии при ускоренных испытаниях и прогнозирования ее надежности проводились экспериментальные исследования трелевочного трактора ТДТ-55 на полигоне Онежского тракторного завода (ОТЗ)*.

Исследовалась внутренняя структура случайного процесса. Тогда для обработки первичной информации (осциллограмм) целесообразно применить методы статистической динамики, которые позволяют не только количественно, но и качественно оценить внутреннюю структуру случайных процессов по их статистическим характеристикам [1].

При исследовании нагруженности трансмиссии во временной области основной статистической характеристикой является корреляционная функция случайного процесса. Вычисление корреляционных функций проводилось на электронном анализаторе (с учетом переменной составляющей крутящего момента трансмиссии) по следующей формуле [2]:

$$R_x(\tau) = \frac{1}{2T} \int_{-T}^T [x(t) - m_{ox}] [x(t+\tau) - m_{ox}] dt, \quad (1)$$

* В испытаниях принимали участие сотрудники ОТЗ Г.М. Анисимов, Ю.И. Кузьмин, А.С. Федоров.

где T — время интегрирования случайного процесса (длина реализации процесса); $x(t)$ — текущее значение случайного процесса; m_{ox} — среднее значение случайного процесса (в данном случае крутящего момента); t — время протекания случайного процесса; τ — шаг интегрирования.

В выражении (1) переменная составляющая крутящего момента соответственно равна

$$\Delta x(t) = x(t) - m_{ox} \quad (2)$$

Полученные таким образом корреляционные функции нагруженности трансмиссии для основных рабочих режимов трактора (движение на 1—3 передачах с пакетом древесины объемом $5,5 \text{ м}^3$) позволили проанализировать внутреннюю структуру случайных процессов на входе в трансмиссию.

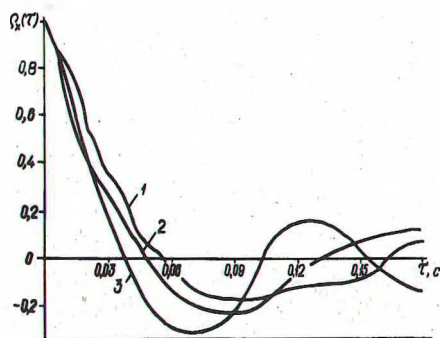


Рис. 1. Нормированные корреляционные функции нагруженности ведомых валов бортовой передачи трансмиссии: 1 — для первой передачи; 2 — для второй передачи; 3 — для третьей передачи.

Анализ нормированных корреляционных функций нагруженности ведомых валов бортовой передачи (рис. 1) позволяет установить, что процесс крутильных колебаний при исследуемых режимах имеет примерно одинаковую структуру. Характер протекания корреляционных функций на всех передачах не имеет ярко выраженных отклонений (волнистости). Графики функций имеют падающий характер. Однако в зависимости от номера используемой передачи время корреляционной связи τ у кривых различно и меняется в пределах $\tau = 0,04$ — $0,06$ с. При некоторых значениях τ наблюдаются отрицательные значения $\rho_x(\tau)$ и с увеличением $\tau \rightarrow \infty$ корреляционная функция выразится так:

$$\rho_x(\tau) \rightarrow 0.$$

Последнее свидетельствует об эргодичности случайного процесса, что позволяет по одной реализации определенной длительности вычислять статистические характеристики процесса с достаточной степенью достоверности [1]. Более быстрое стремление корреляционной функции к нулю на третьей передаче по сравнению с остальными свидетельствует о наличии в трансмиссии процесса более высокой частоты при этом режиме работы трактора. Для выявления характеристик корреляционных функций (коэффициентов корреляционной связи) необходимо провести аппроксимацию представленных графиков. Для исследуемых режимов графики аппроксимируются выражением

$$\rho_x(\tau) = e^{-\alpha/|\tau|} \cos \beta/|\tau|, \quad (3)$$

где α — коэффициент, характеризующий стремление корреляционной функции к нулю; β — коэффициент, характеризующий в данном случае частоту крутильных колебаний главной гармоники, которая входит в структуру случайного процесса.

Приближенные значения аппроксимирующих коэффициентов в зависимости от режима работы трактора равны: для 3-й передачи $\alpha = 19,2$, $\beta = 50,2$; для 2-й — $\alpha = 17,6$, $\beta = 37,7$; для 1-й — $\alpha = 15,2$, $\beta = 25,1$. Эти коэффициенты, а также дисперсии процессов уточняются, как правило, после вычисления спектральных плотностей процессов по соответствующим корреляционным функциям.

Резюме

Таким образом, корреляционный анализ нагруженности трансмиссии при испытаниях трактора на полигоне позволил выявить и проанализировать внутреннюю структуру случайного процесса. На входе в трансмиссию возмущение со стороны волокна и гусеничного движителя является доминирующим с частотами 25 – 50 с⁻¹ в зависимости от режима работы трактора. Полученные статистические характеристики нагруженности трансмиссии дают возможность также оценить ее прочность и динамические свойства при воздействиях случайного характера.

Л и т е р а т у р а

1. Солодовников В.В. Статистическая динамика систем автоматического управления. М., 1960. 2. Электронный анализатор стационарных случайных процессов. Техническая документация. Завод счетных машин. Вильнюс, 1962.