

для 5%-ной ошибки

$$T \geq \frac{20}{\omega_n}, \quad (25a)$$

где ω_n — низшая частота спектра случайного процесса в с⁻¹.
Для рассматриваемого процесса

$$\omega_n = 34 \text{ с}^{-1}, \text{ т. е. } T \approx \frac{20}{34} \div \frac{50}{34} = 0,6 \div 1,5 \text{ с.} \quad (26)$$

Это соответствует длительности процесса фрикционных колебаний.

Максимальный сдвиг τ_{\max} и число точек N корреляционной функции. Согласно работе [6] для 2—5%-ной ошибки

$$\tau_{\max} \approx \frac{1}{8} \div \frac{1}{3} T \quad (27)$$

число точек зависит от τ_{\max} приблизительно:

$$\tau_{\max} \approx 12 \div 15. \quad (28)$$

С учетом общих положений метода [формулы (4), (8)÷(21)], критерия (23) и условий (24)—(28) с помощью ЭЦВМ «Проминь-2» подсчитаны нормированные корреляционные функции для нескольких видов троганий (рис. 4, г, кривая 7).

Для сравнения приведем график корреляционной функции (кривая 8) того же случайного процесса (см. рис. 3, б), построенным способом предварительного сглаживания исходного процесса [формулы (5)—(7)] с одновременной аппроксимацией кубической параболой и последующим центрированием исходного процесса относительно параболы. Более быстрое затуха-

ние корреляционной функции (кривая 8) свидетельствует о больших погрешностях и вызываемом ими шуме, присущих алгоритму метода с оператором сглаживания.

Результаты проведенной работы позволяют рекомендовать использование рассмотренного конечно-разностного метода корреляционного анализа нестационарных случайных процессов аддитивного вида (4) при исследовании динамических свойств узлов и агрегатов автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукинский В. С., Гладков О. В., Котиков Ю. Г. Вероятностный расчет обобщенного нагрузочного режима рессоры для заданных условий эксплуатации. В сб.: Строительные и дорожные машины. Л., ЛИСИ, 1971.
2. Пархиловский И. Г., Цхай Ф. А. Определение нагрузочного режима и методики расчета долговечности рессор автомобильных подвесок. — В сб.: Исследования в области конструирования автомобилей. М., «Машиностроение», 1970.
3. Силаев А. А. Спектральная теория поддрессоривания транспортных машин. М., «Машиностроение», 1972.
4. Фурунжиев Р. Н. Проектирование оптимальных виброзащитных систем. Минск, «Высшая школа», 1971.
5. Яценко Н. Н. Колебания, прочность и форсированные испытания грузовых автомобилей. М., «Машиностроение», 1972.
6. Солодовников В. В., Усков А. С. Статистический анализ объектов регулирования. М., Машгиз, 1960.
7. Романенко А. Ф., Сергеев Г. А. Вопросы прикладного анализа случайных процессов. М., «Советское радио», 1968.
8. Галушкин А. И., Зотов Ю. Я., Шикунев Ю. А. Оперативная обработка экспериментальной информации. М., «Энергия», 1972.
9. Хемминг Р. В. Численные методы. М., «Наука», 1972.

УДК 629.113.073

Исследование горизонтальной поперечной устойчивости двухосных прицепов

Канд. техн. наук А. В. ЖУКОВ, канд. техн. наук Ю. Ю. БЕЛЕНЬКИЙ, А. М. ОЛЕШКО

Белорусский технологический институт, Минский автозавод

В РАБОТАХ многих авторов исследована горизонтальная поперечная устойчивость прицепов. Несмотря на это в настоящее время нет полной уверенности в том, что производимые расчетным путем количественные сравнительные оценки отражают действительную картину явления при варьировании конструктивными параметрами прицепа, условиями и режимами движения или другими факторами.

Рассмотрим результаты проведенных экспериментальных и расчетных исследований и сопоставим их. Эксперименты проводились на автопоезде, состоящем из автомобиля-тягача и двухосного прицепа, общий вес которого составлял 20 т. Расчеты выполнялись с использованием математической модели, применяемой Я. Х. Закиным и представляющей собой уравнения, описывающие свободные горизонтальные малые поперечные колебания двухосного прицепа с заблокированной подвески при отсутствии возмущенного движения точки сцепки¹.

В процессе эксперимента на основном варианте автопоезда были определены боковые смещения траектории наиболее удаленной от тягача точки прицепа относительно траектории тягача. Кроме того, с основным вариантом прицепа были проведены две серии опытов для изучения влияния скорости движения и характера дорожного покрытия на горизонтальную поперечную устойчивость прицепа. При варьировании скоростью движения опыты выполнялись на ровном участке дороги (шесть вариантов скорости движения) и на дороге с единичным препятствием под колесами одной стороны прицепа (четыре варианта скорости). Характер дорожного покрытия изменялся увлажнением, а опыты для сравнения сухого и влажного покрытия выполнялись на ровном участке дороги при одной скорости движения.

Влияние конструктивных параметров прицепа на его устойчивость определялось экспериментально также на ровной дороге при одной скорости движения автопоезда. Каждый исследованный параметр изменялся один раз, т. е. сравнивался

один измененный вариант с основным вариантом прицепа. Варьировались следующие параметры: длина дышла (дышло удлинялось с 1700 до 2200 мм), длина колесной базы (база увеличивалась с 5610 до 7310 мм), зазор в сцепке (устанавливалась беззазорная сцепка), осевые свесы прицепа (передний свес увеличивался на 108, а задний — на 507 мм).

При расчетном анализе на ЭЦВМ в качестве исходных параметров брались данные измерения основного варианта прицепа: масса $M_{c2} = 20,4$ кгс·с²/см; момент инерции относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести, $J_{c2} = 2,5 \cdot 10^6$ кгс·с²·см; колесная база $L = 5610$ мм; длина дышла $L_1 = 1700$ мм; расстояние от центра тяжести прицепа до его передней оси $a = 2610$ мм и до задней — $b = 3000$ мм. Величины коэффициентов сопротивления уводу передней и задней оси прицепа k_1 и k_2 приняты ориентировочно на основании опубликованных данных для шин рассматриваемой размерности.

В расчете в широких пределах варьировались: M_{c2} , J_{c2} , L_1 , a , b , k_1 и k_2 . При варьировании одним из параметров, остальные фиксировались, при варьировании величинами a и b , кроме перечисленных параметров, фиксировалось в середине базы положение центра бокового увода прицепа (см. работу Я. Х. Закина).

В качестве оценочного критерия при расчетном исследовании Я. Х. Закиным принята критическая скорость, а результаты экспериментов оценены по максимальным боковым смещениям траектории прицепа и тягача (критерий использован только для оценки основного варианта прицепа), по вероятности появления курсовых углов тягача, дышла и прицепа заданной величины, по максимальным значениям курсовых углов прицепа (критерий использовался для оценки влияния скорости движения на устойчивость прицепа).

Результаты экспериментов позволяют констатировать следующее:

- 1) максимальные боковые смещения траекторий тягача и прицепа составили для основного варианта автопоезда 150—200 мм, на стороны;

¹ Закин Я. Х. Прикладная теория движения автопоезда. М., «Транспорт», 1967.

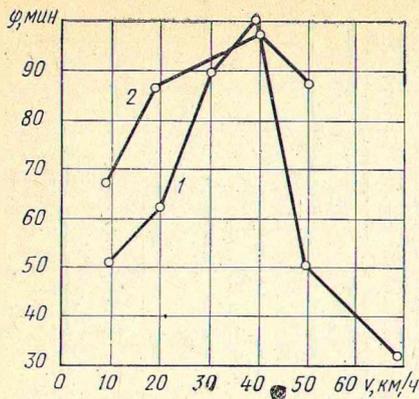


Рис. 1. Зависимость максимальных значений курсового угла φ прицепа от скорости движения автопоезда: 1 — ровная дорога; 2 — переезд единичного препятствия

2) максимальные курсовые углы φ прицепа при прямолинейном движении по ровной дороге и при переезде единичного препятствия наблюдались при скорости движения порядка 40 км/ч (рис. 1);

3) увеличение колесной базы прицепа уменьшило вероятность курсовых углов тягача и прицепа заданной величины;

4) при увлажнении покрытия дороги возросла вероятность появления курсовых углов большей величины у всех элементов автопоезда. Так, вероятность появления курсовых углов прицепа в интервале $0,28-0,42^\circ$ на сухой дороге составляла 6%, а на мокрой — 7%, вероятность отклонений, превышающих $0,42^\circ$, на сухой дороге — 1% у тягача, 1,5% у дышла и 1,8% у прицепа, а соответствующие величины для мокрой дороги равны 2, 2,2 и 4%;

5) увеличение заднего осевого свеса ухудшило устойчивость прицепа, привело к повышению вероятности появления курсовых отклонений прицепа $0,28-0,42^\circ$ с 2,2 до 2,8%, а одновременное увеличение переднего и заднего свесов — с 2,2 до 5%;

6) безазорная сцепка существенно улучшила устойчивость основного варианта прицепа, вероятность курсовых отклонений, превышающих $0,42^\circ$, составила при безазорной сцепке 0,2% у тягача и 1% у прицепа, а при наличии зазора в соединении крюк — петля — соответственно 1 и 1,8%;

7) увеличение длины дышла повысило курсовую устойчивость, оценка вероятности курсовых отклонений различной величины у всех элементов автопоезда при различной длине дышла ясна из кривых распределения курсовых углов φ тягача, прицепа и дышла, показанных на рис. 2.

На рис. 3 приведены результаты количественной расчетной оценки влияния конструктивных параметров прицепа на его устойчивость, оцениваемую критической скоростью. Кроме количественных сравнений, на основании кривых можно сделать вывод о целесообразности расположения центра тяжести прицепа перед центром бокового увода.

Сравнение расчетных и экспериментальных данных показало, что расчетные критические скорости близки к скоростям,

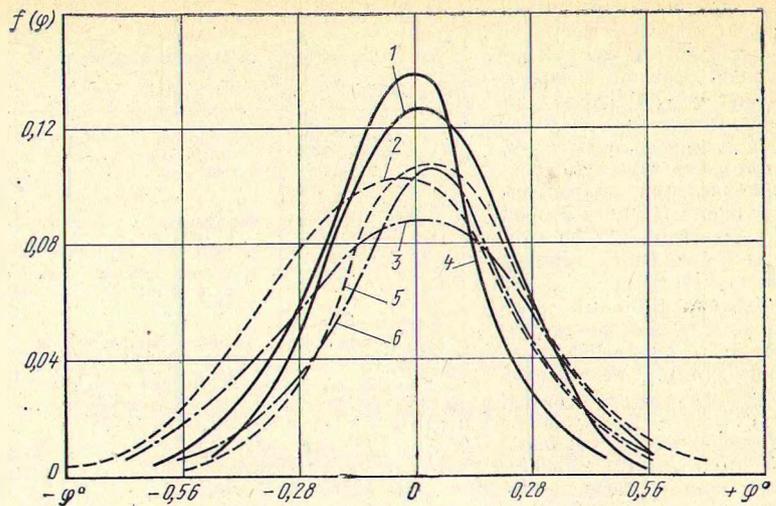


Рис. 2. Распределение курсовых углов элементов автопоезда: 1 и 4 — тягача; 2 и 5 — прицепа; 3 и 6 — дышла (первые цифры относятся к основному варианту прицепа, вторые — к прицепу с удлиненным дышлом)

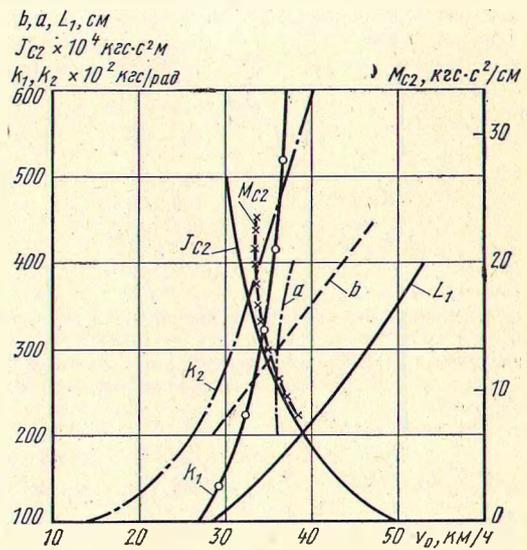


Рис. 3. Зависимость критической скорости от конструктивных параметров прицепа

при которых происходят максимальные курсовые отклонения прицепа. Критическая скорость для основного варианта прицепа составила 35,8 км/ч, а скорость, соответствующая наибольшему его курсовым отклонениям, — около 40 км/ч. Следовательно, использованная расчетная модель пригодна для ориентировочной оценки зависимости качества прямолинейного движения прицепа от сочетания его конструктивных параметров.

УДК 629.113.001

Оценка точности характеристик процессов нагружения деталей машин

Канд. техн. наук А. С. ГУСЕВ, д-р техн. наук С. С. ДМИТРИЧЕНКО,
канд. техн. наук И. М. ИЛИНИЧ, В. В. НИКОНОВ

НАТИ

ПРИ РАСЧЕТНОЙ оценке долговечности деталей машин методами теорий случайных функций делается ряд принципиальных допущений. К ним относится предположение о точном определении характеристик процессов нагружения. Однако в действительности расчетные величины этих характеристик существенно зависят от представительности выборок, временных колебаний условий эксперимента, соответствия свойств

процессов выбранным математическим моделям, принятых методов расчета.

Была поставлена задача для гауссовских стационарных процессов оценить разброс возможных значений таких характеристик, как основное отклонение (стандарт) S и средняя частота появления нулей n_0 и экстремумов n_e процесса, обусловленных конечностью его реализации.