

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬСАЦИЙ УГЛОВОГО УСКОРЕНИЯ ОДИНОЧНОГО КОЛЕСА

Е. М. Гецович, д. т. н., профессор, С. Г. Селевич, аспирант, Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”

***Аннотация.** Проведен анализ параметров пульсации углового ускорения колеса. Полученные оценки пульсации использованы для уточнения математической модели процесса взаимодействия колеса с опорной поверхностью.*

***Ключевые слова:** ускорение, колесо, пульсации.*

Введение

Одной из основных систем обеспечения активной безопасности движения на колесном автотранспорте является система АБС. Для проведения предварительного анализа конкретного алгоритма функционирования АБС или сравнения нескольких алгоритмов с целью выявления оптимального прибегают к численному моделированию.

Анализ публикаций

Система АБС, как и другие системы автоматического управления, включает в себя измерительную часть. Наиболее информативно насыщенным параметром, пригодным для организации измерительной части системы автоматического управления является угловое ускорение колеса [1].

Нестационарность объекта управления, показанная в работах [1,2], проявляется в виде кратковременных, но существенных по амплитуде, пульсациях углового ускорения. Пульсации могут вызываться целым рядом факторов: флуктуацией коэффициента сцепления колеса с опорной поверхностью, колебаниями поддрессоренной и недрессоренной масс автомобиля, непостоянством коэффициента трения в тормозном механизме, конечным числом элементов рисунка протектора шины и т.д. Детерминистический подход к учету каждого из перечисленных факторов при моделировании процессов автоматического управления торможением приводит к неоправданному усложнению моделей. В работе [1] выполнен анализ параметров пульсаций углового ускорения колеса. Исследования проводились для различных состояний дорожного покрытия. По полученным осциллограммам были определены параметры пульсаций (рис. 1) и построены гистограммы их распределения.

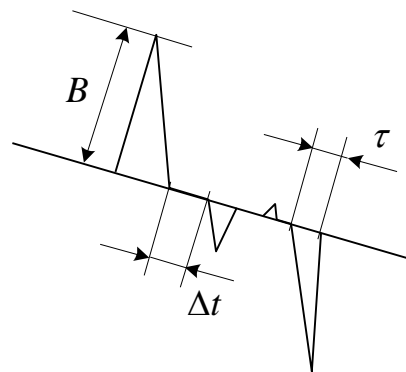


Рис. 1. Параметры пульсаций; B - амплитуда; τ - продолжительность; Δt - интервал между соседними всплесками

В силу значительной амплитуды пульсации углового ускорения существенно мешают работе АБС [1]. Таким образом, при разработке алгоритма функционирования и его численной проверке необходимо принимать во внимание влияние пульсаций углового ускорения.

Использование, приведенных в [1] гистограмм, в процессе численного моделирования затруднительно, так как приводит к необходимости использования огромных массивов данных и неоправданному увеличению времени подготовки эксперимента.

Цель исследования

Целью данной работы является подбор теоретической функции распределения пульсации углового ускорения, наилучшим образом согласующейся с опытными данными, представленными в работе [1], а также использование полученной функции для проведения численного эксперимента.

Анализ параметров пульсации углового ускорения одиночного колеса

Исходя из постановки задачи, необходимо подобрать теоретическую плавную кривую распределения, которая, максимально отражала все существенные черты статистического распределения, и в то же время сглаживала бы все случайности, связанные с недостаточным объемом экспериментальных данных. Проанализировав внешний вид гистограмм, выбран принципиальный вид теоретической кривой в виде нормального распределения:

$$P_X(X) = \frac{1}{S_X \sqrt{2\pi}} e^{-0,5 \left(\frac{X - \bar{X}}{S_X} \right)^2}, \quad (1)$$

где S_X и \bar{X} - дисперсия и математическое ожидание соответственно. Таким образом, определение аналитического вида кривой распределения сводится к выбору таких значений его параметров, при которых достигается наибольшее соответствие между теоретическим и статистическим распределением. Одним из методов решения этой задачи является метод моментов [3]. При его использовании параметрам теоретического распределения придают такие значения, при которых несколько важнейших моментов совпадают с их статистическими оценками. Так, если статистические распределения, определены гистограммами [1], то математическое ожидание и дисперсия кривой нормального распределения, заданной выражением (1), должны соответствовать со средним арифметическим и оценкой дисперсии, вычисленным по опытным данным. В таблице 1 приведены результаты вычислений точечных оценок опытных данных для одиночного колеса автобуса ЛАЗ 965.

Таблица 1 – Точечные оценки

Параметр	Оценка	Сухой асфальтобетон	Мокрый асфальтобетон
B, c^{-2}	S_X	7,31	6,25
	\bar{X}	21,35	22,3
$\tau, 10^{-2}$	S_X	2,05	2,07
	\bar{X}	6,02	5,52
$\Delta t, 10^{-2}c$	S_X	1,12	1,00
	\bar{X}	2,42	2,77

В общем случае, теоретическая кривая распределения, со значениями математического ожидания и дисперсии, приведенными в таблице 1, не соответствует опытным данным [3]. Для проверки этого соответствия используют различные критерии. В настоящей работе выбран метод Пирсона [3]. В

соответствии с которым, теоретическая кривая (1) с параметрами, приведенными в таблице 1, удовлетворяет гистограммам распределения, приведенным в работе [1], с доверительной вероятностью не хуже 0,93. На (рис. 2) представлена гистограмма распределения параметра τ для испытаний на мокром асфальтобетоне с наложенной на нее теоретической кривой.

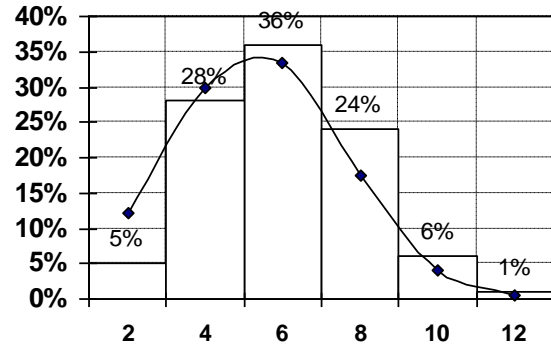


Рис. 2. Гистограмма распределения продолжительности импульса $\tau, 10^{-2}c$

Полученный вывод о возможности аппроксимации экспериментальных данных позволяет значительно упростить процедуру численного моделирования процесса торможения одиночного колеса.

Выводы

Таким образом, в статье проведен анализ параметров пульсации углового ускорения. Результатом анализа является набор формульных зависимостей, позволяющий существенно упростить процедуру численного моделирования.

Литература

1. Гецович Е.М. О помехоустойчивости антиблокировочных систем // Рук. Деп. в НИИавтотранс, библиограф. указ. «Депонир. науч. работы», №5/139, 1983. – С. 86.
2. Пчелин И.К., Иларионов В.А. Влияние случайных возмущений и колебаний на тормозную динамичность автомобиля с противоблокировочными системами // Автомобильная промышленность. - 1979. - № 3. – С. 20-22.
3. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.