

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АНТИПРОБУКСОВКИ ВЕДУЩИХ КОЛЕС (ASR) АВТОМОБИЛЯ

Ю.Д. ШЕВЦОВ, Д.А. ГОРОХОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350075, Российская Федерация, г.Краснодар, ул. Московская, 2*

В статье рассматривается работа системы антипробуксовки ведущих колес (ASR). В статье рассматривается проблема эффективности работы системы ASR при отсутствии датчика скорости кузова автомобиля.

Конечной целью исследования является повышение качества работы системы ASR, не оснащенной датчиком скорости кузова автомобиля.

В статье рассматривалась способность системы ABS удерживать коэффициент пробуксовки в требуемом диапазоне.

Для решения этой проблемы были созданы модели системы ASR в системе компьютерного моделирования VisSim, содержащие датчик скорости кузова и не содержащие его. В качестве критерия эффективности работы системы использовался коэффициент пробуксовки ведущих колес. Сравнительный анализ полученных осциллограмм коэффициентов пробуксовки позволяет сделать вывод, что система ASR без датчика скорости кузова позволяет удерживать коэффициент пробуксовки в оптимальном диапазоне.

Ключевые слова: пробуксовка ведущих колёс, система антипробуксовки ведущих колёс (ASR), коэффициент скольжения, приведенная скорость (колёс), ведомые колёса, показания колёсных датчиков, осциллограммы.

При трогании с места на скользкой дороге ведущие колеса автомобиля могут прокручиваться при приложении к ним избыточного крутящего момента. При этом скорость вращения ведущих колес может быть различной. В результате переднеприводные автомобили слабее реагируют на повороты руля, заднеприводные – становятся менее устойчивыми. Управление автомобиля с четырьмя ведущими колесами, вращающимися с разной скоростью, также усложняется.

Система антипробуксовки ведущих колес (ASR) обеспечивает перераспределение (увеличение) крутящего момента двигателя на те колеса, у которых в данный момент наибольшее сцепление с дорогой. Перераспределение реализуется путем притормаживания тех ведущих колес, которые прокручиваются относительно дороги и до тех пор, пока скорости вращения всех ведущих колес не станут одинаковыми. На автомобилях с одним

ведущим мостом вращение ведущих колес выравнивается с вращением пассивных колес [1].

Следовательно, система ASR должна обеспечить максимально возможную величину тяговой силы ведущих колес автомобиля за счет увеличения силы сцепления этих колес с дорожным покрытием. Это в свою очередь достигается увеличением коэффициента сцепления, который имеет максимальную величину при оптимальной величине коэффициента пробуксовки $0,1 < S < 0,3$ [1]. При определении величины коэффициента пробуксовки используется скорость кузова автомобиля [1]. В реальных системах ASR она заменяется средней приведенной скоростью ведомых колес.

По этой причине представляется актуальной задача определения эффективности работы системы ASR, использующей среднюю приведенную скорость ведомых колес (при отсутствии датчика скорости кузова автомобиля). В качестве критерия эффективности работы системы ASR целесообразно использовать коэффициент скольжения ведущих колес.

Для решения этой задачи была создана модель системы ASR в системе компьютерного моделирования VisSim [2]. Она состоит из электронного блока управления тормозами (ЭБУ-ABS-ASR), колесных датчиков (КД₁, КД₂, КД₃, КД₄), измеряющих скорость движения колес V_1, V_2, V_3, V_4 , датчика скорости движения кузова автомобиля ДКА, измеряющего скорость движения кузова автомобиля V_a .

По условиям эксперимента предполагалось, что ведомые колеса (№ 3 и 4) движутся по сухому твердому дорожному покрытию (например, асфальтобетону), а ведущие колеса (№ 1 и 2) движутся по скользкому (мокрому) дорожному покрытию.

В качестве ЭБУ-ABS-ASR использовался Mathcad - объект, обладающий высокой наглядностью моделирования процессов. Этот объект содержит алгоритм работы системы ASR, состоящий из двух частей (этапов):

Определения начала работы системы ASR:

$$V11 := \text{if}(V1 > 1.3V_a, 1, 0)$$

Алгоритм предполагает начало работы системы ASR при коэффициенте скольжения $S > 0.3$. О работе системы ASR сигнализирует светодиод, горящих красным цветом (при неработающей системе ASR светодиод горит зеленым цветом).

Работа системы ASR в режиме уменьшения приведенной скорости ведущих колес:

$$V_{12} := \text{if}(V_1 > 1.1 V_a, V_{10}, V_1 - 1.1 V_a)$$

$$S = 1 - \frac{V_1}{V_a}$$

При моделировании принимались следующие значения параметров движения: скорость движения кузова автомобиля $V_a = 60$ км/ч; приведенная скорость движения ведущих колес (№ 1 и 2) $V_{к1} = V_{к2} = 90$ км/ч; приведенная скорость ведомых колес (№ 3 и 4) $V_{к3} = V_{к4} = 60$ км/ч.

В процессе моделирования были получены осциллограммы приведенной скорости ведущего колеса № 1 и его коэффициента скольжения, представленные на рисунке 1. Из осциллограмм видно, что коэффициент скольжения находится в оптимальном диапазоне и равен $S = 0,1$; а скорость ведущих колес снизилась до 66 км/ч. Следовательно, системы ASR работает достаточно эффективно.

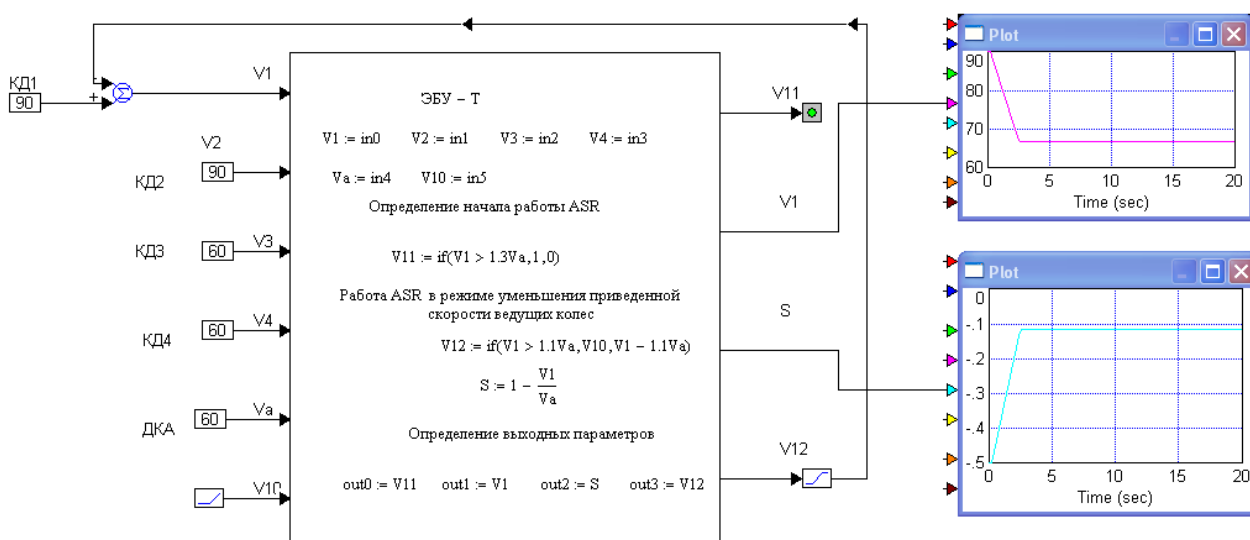


Рисунок 1 – Модель системы ASR при наличии датчика скорости кузова

Далее модель была изменена: в алгоритме управления использовалась информация только с колесных датчиков. В процессе моделирования были получены осциллограммы, представленные на рисунке 2.

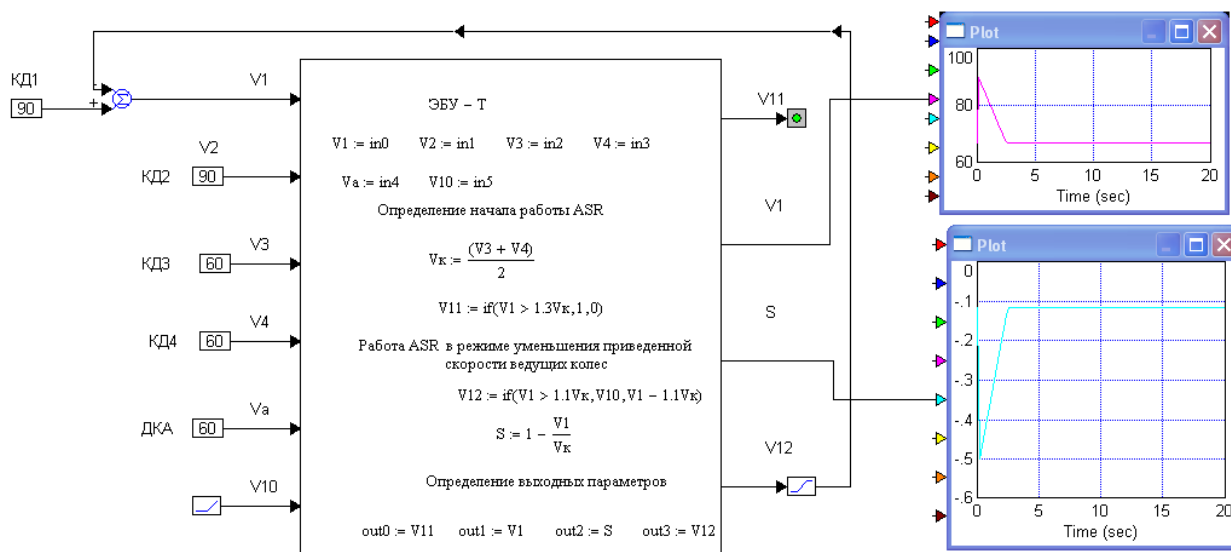


Рисунок 2 - Модель системы ASR при отсутствии датчика скорости кузова

Сравнение осциллограмм двух экспериментов позволяет сделать вывод, что использование в системе ASR информации только с колесных датчиков не снижает эффективности ее работы по сравнению с системой, содержащей датчик скорости кузова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей. Учебное пособие – М.: СОЛОН-Р, 2011. – 272 с.
2. Дьяконов В. П. VisSim + Mathcad + MATLAB. Визуальное математическое моделирование. – М.: СОЛОН-Пресс, 2011. – 384 с.: ил. – (Серия «Полное руководство пользователя»).

REFERENCES

1. Sosnin D.A. Autotronics. Electrics and on-board automation systems of present-day automobiles. Study guide – М.: SOLON-R, 2011. – 272 p.

2. Djakonov V.P. VisSim + Mathcard + MATLAB. Visual mathematical modeling. – M.: SOLON – Press, 2011. – 384 p.: illus. – (“User’s Complete Guide” Series).

RESEARCH INTO OPERATING EFFICIENCY OF ANTI-SPIN REGULATION OF A VEHICLE

Y.D. SHEVTSOV, D.A. GOROKHOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

At starting leading wheels of a vehicle may spin. To control the phenomenon Anti-Spin Regulation (ASR) is applied. The system allows eliminating wheelspin by means of reducing modified velocity of leading wheels to the rate of vehicle speed. However Anti-Spin Regulation systems lack sensors measuring vehicle speed, average reduced speed of idle wheels being used instead of auto body speed. Thuswise there is a problem of estimating efficiency of Anti-Spin Regulation system based on wheel sensor reading only. VisSim computer models of Anti-Spin Regulation system were created in response to the problem. Some of the models were equipped with sensors measuring vehicle speed; some were free of the sensors. Leading wheel spin ratio was used as the system efficiency criterion. Comparative analysis of the slip ratio oscillograph charts observed brought us to the conclusion that ASR system free of vehicle speed sensor makes it possible to keep wheelspin ratio at the operating range.

Keywords: wheelspin, Anti-Spin Regulation, slip ratio, modified velocity, idle wheels, wheel sensor reading, oscillograph charts.