

*ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В
ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЕ АВТОМОБИЛЯ НА
КОЭФФИЦИЕНТ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ БЛОКИРУЕМЫХ КОЛЕС*

Ю.Д. ШЕВЦОВ, Д.А. ГОРОХОВ

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

В статье рассматривается работа системы автоматической антиблокировки колес (ABS) автомобиля.

В статье рассматривается проблема эффективности работы системы ABS при различной скорости изменения давления в гидравлической тормозной системе.

Конечной целью исследования является повышение качества работы системы ABS, в которой к скорости изменения давления в гидравлической тормозной системе не предъявляются высоких требований.

В статье рассматривалась способность системы ABS удерживать коэффициент проскальзывания в требуемом диапазоне при различной скорости изменения давления в гидравлической тормозной системе.

Для решения проблемы была создана модель системы ABS в системе компьютерного моделирования VisSim. В ходе моделирования был получен результат, позволяющий сделать вывод, что снижение скорости уменьшения давления в тормозной системе приводит к увеличению коэффициента проскальзывания. При этом коэффициент проскальзывания может выйти за пределы оптимального диапазона. Следовательно, скорость изменения давления в тормозной системе требует дополнительного регулирования.

Ключевые слова: в условиях скользкого дорожного покрытия, движение юзом, автоматическая антиблокировка колёс, давление в гидравлической тормозной системе, оптимальный диапазон, коэффициент скольжения, снижение скорости, выходящий за пределы оптимального диапазона.

Система автоматической антиблокировки колес (ABS) была создана для предотвращения блокировки колес во время торможения, чтобы избежать их юза на дороге и существенно повысить безопасность движения. Система позволяет обеспечить коэффициент проскальзывания колеса S , движущегося по скользкому дорожному покрытию, в оптимальном диапазоне от 10% до 30% [1].

Система ABS решает эту задачу путем уменьшения давления в колесном тормозном цилиндре (КТЦ) [1]. При этом возникает вопрос, влияет ли и каким образом на работу системы ABS изменение скорости уменьшения давления в

КТЦ. В свою очередь скорость уменьшения давления в КТЦ напрямую связана быстротой возрастания приведенной скорости блокируемого колеса.

Для исследования этого вопроса была создана модель системы ABS в системе компьютерного моделирования VisSim [2]. Она состоит из электронного блока управления тормозами (ЭБУ-Т), колесных датчиков (КД₁, КД₂, КД₃, КД₄), измеряющих приведенные линейные скорости колес $V_{к1}$, $V_{к2}$, $V_{к3}$, $V_{к4}$, датчика скорости движения кузова автомобиля (ДКА), измеряющего скорость кузова V_a . В качестве тормозной системы принималась гидравлическая 4-х контурная тормозная система [1].

По условиям эксперимента предполагалось, что три колеса (например, колеса, обозначенные № 2,3 и 4) движутся по сухому твердому дорожному покрытию (например, асфальтобетону). Колесо № 1 движется по скользкому (мокрому) дорожному покрытию, сила сцепления этого колеса с дорогой незначительна и меньше силы трения в тормозном механизме этого колеса. По этой причине угловая и приведенная линейная скорости колеса № 1 быстро уменьшаются, что может привести к блокировке этого колеса. Система ABS начинает работать в режиме «снижения давления» в колесном тормозном цилиндре (КТЦ) [1]. Для моделирования уменьшения давления в КТЦ и, как следствие, возрастания скорости блокируемого колеса в системе применялся генератор линейного сигнала.

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

Определения начала работы ABS в режиме «снижения давления» в КТЦ:

$$V_k = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4}$$

$$V11 := \text{if}(V_k - V_{к1} > 0.1V_k, V1, 0); \quad V12 := \text{if}(V_k - V_{к1} < -(0.1V_k), V1, 0);$$

$$V13 := V11 + V12.$$

Алгоритм предполагает начало работы в режиме «снижения давления» в КТЦ, когда разность скоростей $|V_k - V_{к1}| > 0.1V_k$.

Работа ABS в режиме «снижения давления» в КТЦ (первый вариант алгоритма):

$$V_a := \text{in4}; \quad V_{10} := \text{in5}; \quad ; S = 1 - \frac{V_{13}}{V_a}$$

$$V_{101} := \text{if}(S > 0.3, V_{10}, 0) \quad V_{102} := \text{if}(S < 0.1, V_{10}, 0)$$

$$V_{103} := V_{101} + V_{102}$$

Модель системы ABS имеет вид, представленный на рисунке 1. При моделировании принимались следующие значения параметров движения: скорость движения кузова автомобиля $V_a = 90$ км/ч; скорость движения колес № 2,3, 4 $V_{к2} = V_{к3} = V_{к4} = 80$ км/ч, что соответствует коэффициенту скольжения $S = 0,11$; начальная скорость движения колеса № 1 $V_{к1} = 60$ км/ч.

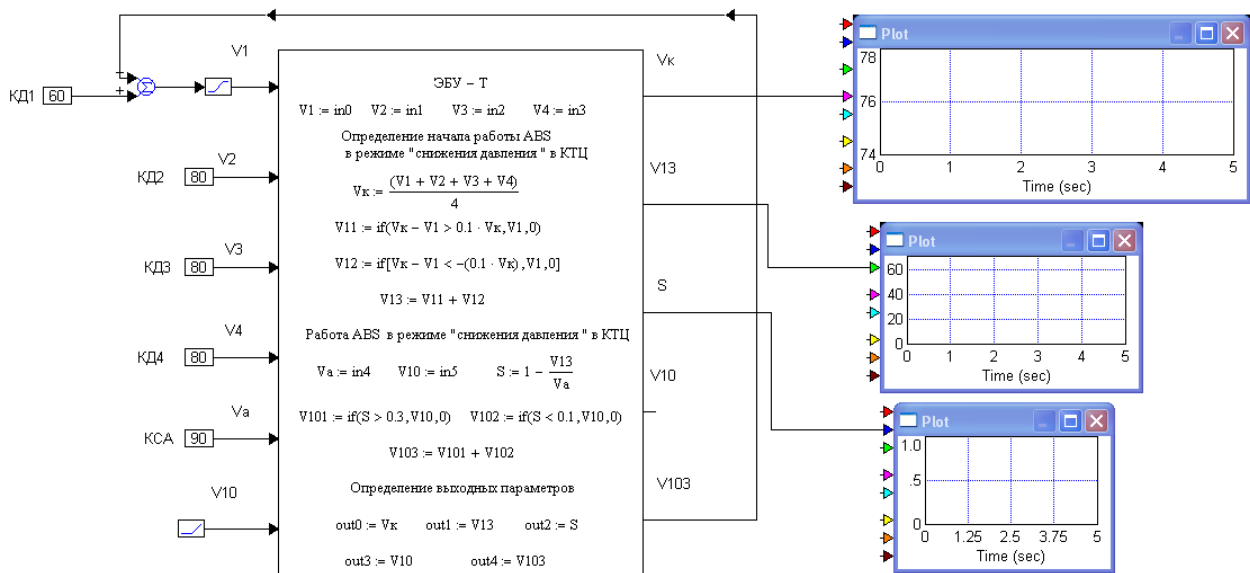


Рисунок 1 - Модель системы ABS

В процессе моделирования были получены осциллограммы приведенной скорости блокируемого колеса и его коэффициента проскальзывания, представленные на рисунке 2.

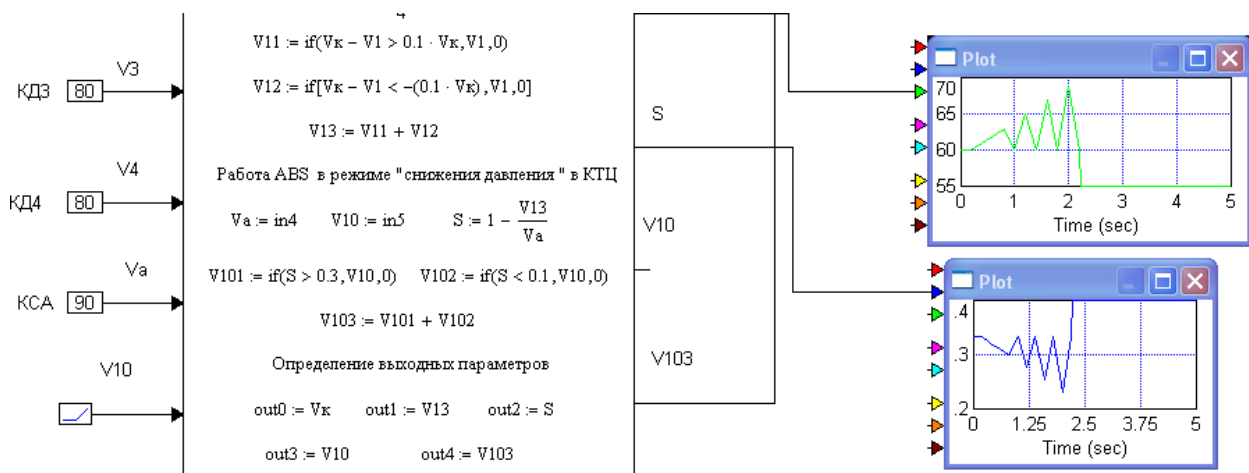


Рисунок 2 – Моделирование работы системы ABS

Далее в модели была изменена (уменьшена) крутизна прямой нарастания сигнала генератора. В процессе моделирования были получены осциллограммы, представленные на рисунке 3.

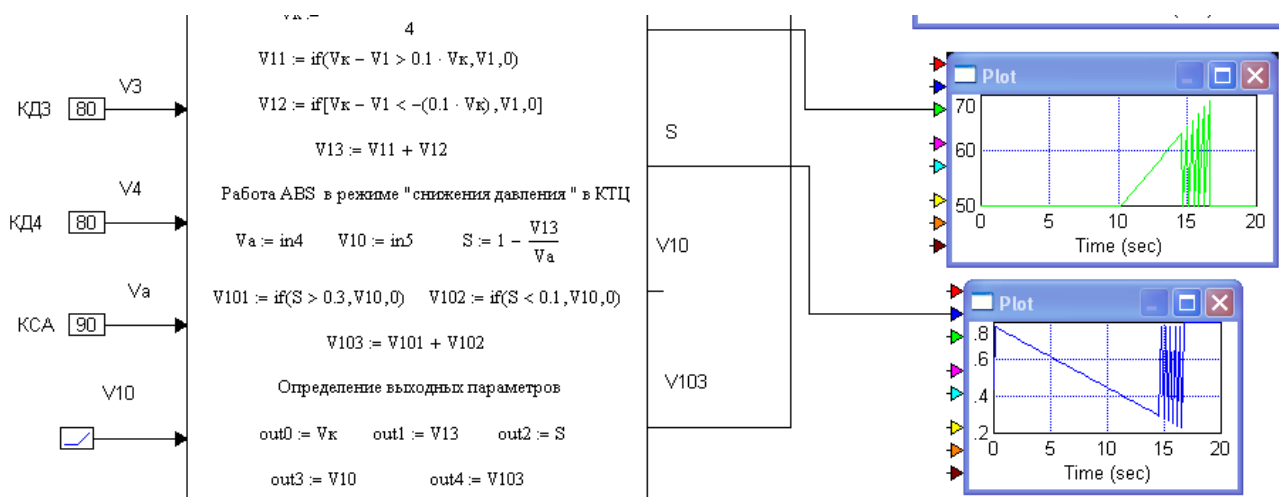


Рисунок 3 - Моделирование работы системы ABS с пониженной скоростью нарастания давления в тормозной системе

Сравнение осциллограмм двух экспериментов позволяет сделать вывод, что уменьшение скорости снижения давления в КТЦ блокируемого колеса существенно увеличивает время начала работы системы ABS и существенно увеличивает коэффициент проскальзывания этого колеса. Следовательно, это делает систему ABS не только не эффективной, но и практически неработоспособной.

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 – M.: 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 THE IMPACT OF RATE OF DECREASE IN HYDRAULIC BRAKE SYSTEM PRESSURE ON SLIP RATIO OF THE LOCKED WHEELS

Y.D. SHEVTSOV, D.A. GOROKHOV

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

Under flushing surface condition braking system of vehicle could lock the wheels initiating skidding. To control the phenomenon automobiles are equipped with automatic Anti-lock Braking System (ABS). The system allows rectifying locking of wheels by means of decreasing hydraulic brake system pressure slip ratio being able to maintain operating range. Hydraulic brake system pressure proves able to decrease at different rate. The above mentioned results in the problem of estimating the impact of rate of decrease in hydraulic brake system pressure on the slip ratio. A VisSim computer model of antilock braking system has been created in response to the problem. Results which came from the modeling process brought us to the conclusion that reducing rate of decrease in hydraulic brake system pressure accounts for increasing slip ratio the latter falling outside the limits of operating range.

Keywords: flushing surface condition, skidding, Anti-lock Braking System, hydraulic brake system pressure, operating range, slip ratio, reducing rate, falling outside the limits.