

УДК 629.3.02

В.А. Фомичев

асп., МАДИ,

тел.: +7(967)171-29-19,

e-mail: cricetus90@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ, ОСНАЩЕННЫХ ШИПОВАННЫМИ ШИНАМИ

Аннотация. В статье приведены предпосылки, которые могут стать причиной снижения эффективности действия электронных систем контроля устойчивости автомобилей, оснащенных шипованными шинами при движении по ледяной поверхности. Описывается построение шинного тестера на базе легкового автомобиля для определения $\varphi - S$ диаграммы на льду при движении с уводом.

Ключевые слова: ЭКУ, ESP, шипованные шины, шинный тестер, испытания.

Введение

Электронные системы повышения активной безопасности, уже давно используются на легковых и коммерческих автомобилях. Использование некоторых из них предписаны регламентом [1], а некоторые устанавливаются в качестве опций.

Несмотря на массовость применения электронных систем повышения активной безопасности у них есть ряд проблем. Все они испытываются и настраиваются только на одном типе пневматических шин. Как правило, это летние или всесезонные шины, которыми автомобиль оснащается изготовителем. В Российской Федерации в зимний

период большое распространение получили шипованные шины, однако работа шипованной шины в значительной степени отличается от работы нешипованной, что сказывается на эффективности работы систем повышения активной безопасности, таких как АБС (антиблокировочная система) и ЭКУ (электронная система контроля устойчивости. (В мире, в настоящее время, наибольшее распространение получила аббревиатура ESP – Electronic Stability Program.) Особую актуальность эта проблема приобретает на скользких и обледенелых поверхностях.

Анализ функционирования электронных систем контроля устойчивости автомобилей, оснащенных шипованными шинами

В прошлом сезоне группа исследователей кафедры «Автомобили» МАДИ под руководством Крystalного С.Р. строила испытательный комплекс и испытывала эффективность действия антиблокировочной системы на льду на автомобиле, оборудованном шипованными шинами. Нами так же была получена $\varphi_x - S$ диаграмма для шипованной шины на льду и других поверхностях (рис. 3). Подробнее с этими работами можно ознакомиться в [2]. По результатам испытаний была доказана возможность снижения эффективности действия АБС на автомобилях, оборудованных шипованными шинами.

Опыт предыдущих работ позволяет выдвинуть предположение о том, что и эффективность действия ESP может быть также снижена. Электронная система курсовой устойчивости ESP использует те же тормозные механизмы, что и АБС, и по тому же принципу затормаживает колёса и поддерживает их скольжение.

Принцип действия ESP заключается в затормаживании отдельных колёс для сохранения или возвращения автомобилю устойчивости и управляемости при движении (рис. 1).

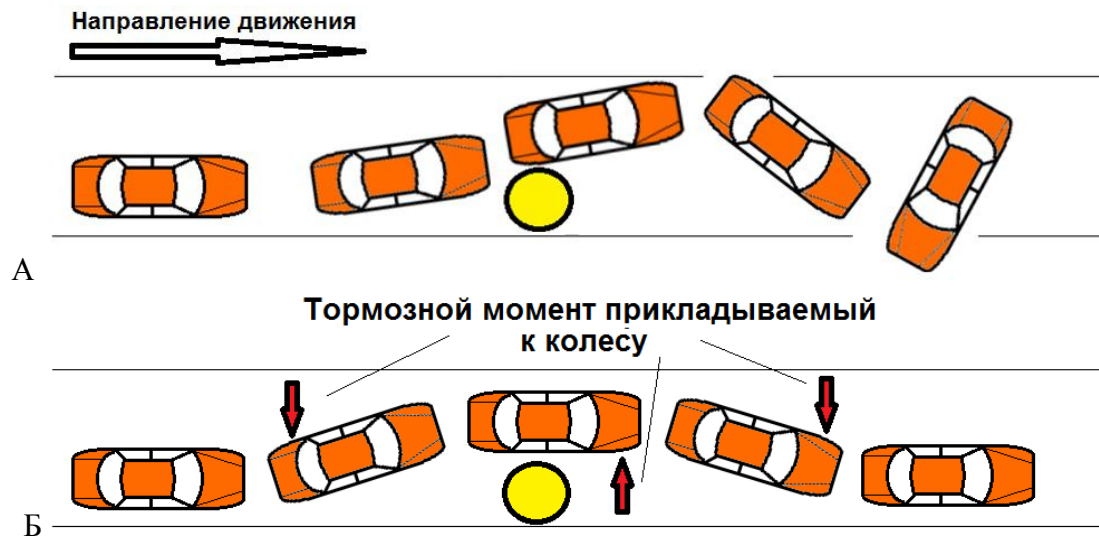


Рис. 1. Движение автомобиля: А – без системы ESP; Б – с системой ESP

Затормаживание отдельных колёс происходит в узком диапазоне скольжений (S), при котором обеспечивается высокое значение продольного и поперечного коэффициентов сцепления (φ_x , φ_y). Зависимости продольного (φ_x) и поперечного (φ_y) коэффициентов сцепления от относительного скольжения (S) иллюстрируются так называемой $\varphi - S$ диаграммой.

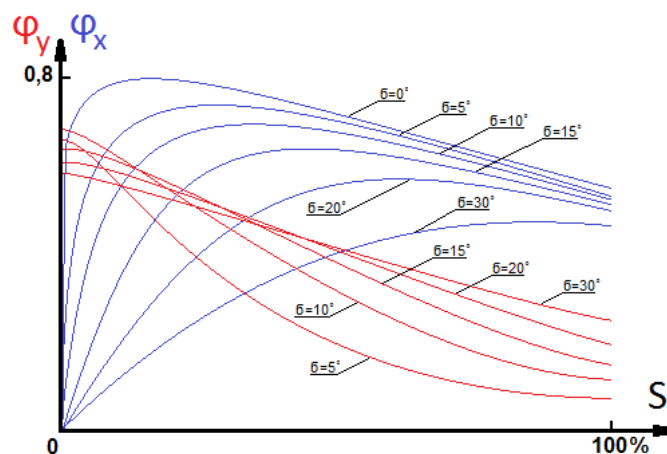


Рис. 2. График зависимости боковой и продольной реакций от продольного (по результатам Дика А.Б. и Расејка Н.В.) [3]

На рисунке 2 представлены $\varphi - S$ диаграммы в зависимости от скольжения и угла увода пневматической шины, построенные Диком А.Б.

и Расејка Н.В. [3] для летних шин на твёрдом покрытии с высоким коэффициентом сцепления. Максимум $\varphi_x - S$ диаграммы развивается в районе скольжения 10%, именно это скольжение и поддерживает ESP в своей работе, при этом значение φ_y остаётся на достаточно высокой величине.

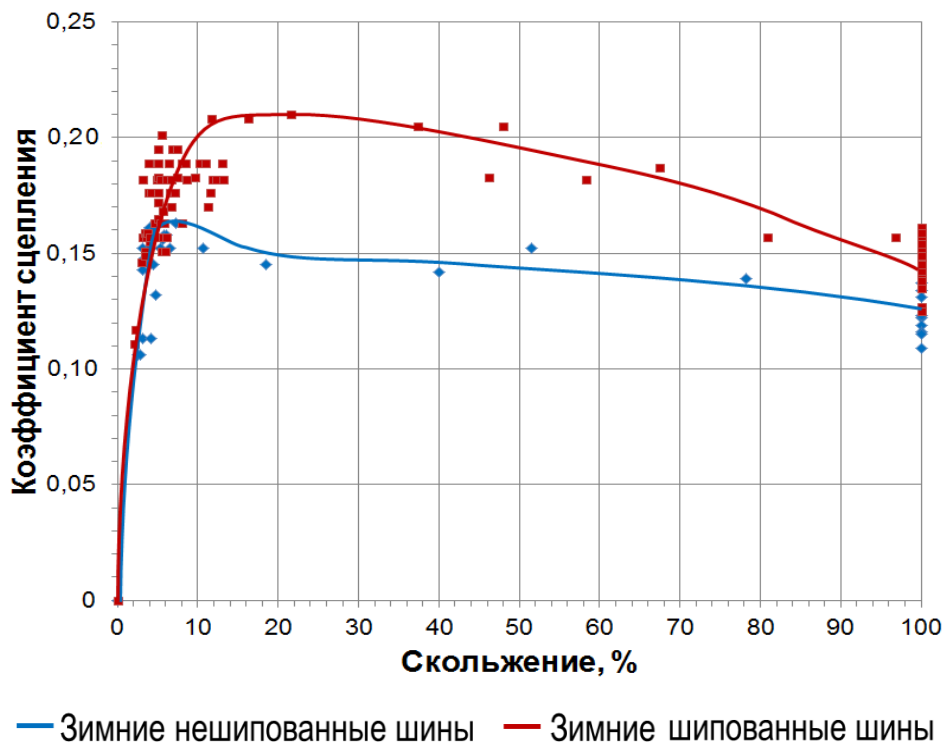


Рис. 3. $\varphi_x - S$ диаграмма шипованных и нешипованных шины на льду [2]

При движении же на льду, при оснащении автомобиля шипованными шинами $\varphi_x - S$ диаграмма имеет иной вид, где максимум диаграммы развивается при больших скольжениях, нежели у летней шины на твёрдых покрытиях (рис. 3). Это связано с тем, что для шины лёд является твёрдой поверхностью, а для шипа противоскольжения деформирующимся грунтом, а на деформирующихся грунтах максимум $\varphi_x - S$ диаграммы развивается при 100%-ном скольжении колеса (S). Сложение этих двух факторов и приводит к смещению максимума в сторону больших скольжений. Подробнее об этом см. в [4]. При этом ESP поддерживает

скольжение характерное для летней шины, таким образом, мы получим недотормаживание и, как следствие, недостаточную эффективность действия системы в некоторых дорожных условиях. Причем эта неэффективность будет проявляться в наиболее опасных условиях движения: на обледенелых дорогах.

Очевидно, что и $\varphi_y - S$ диаграмма будет иметь свои особенности при движении автомобиля по льду на шипованных шинах. На рисунке 4 показана работа шипованной шины с уводом. Как мы видим шипы противоскольжения эффективно работают, как в продольном, так и в поперечном направлениях и можно предположить, что и максимум $\varphi_y - S$ уйдёт в сторону больших углов увода, по тем же причинам, что и максимум $\varphi_x - S$ диаграммы.

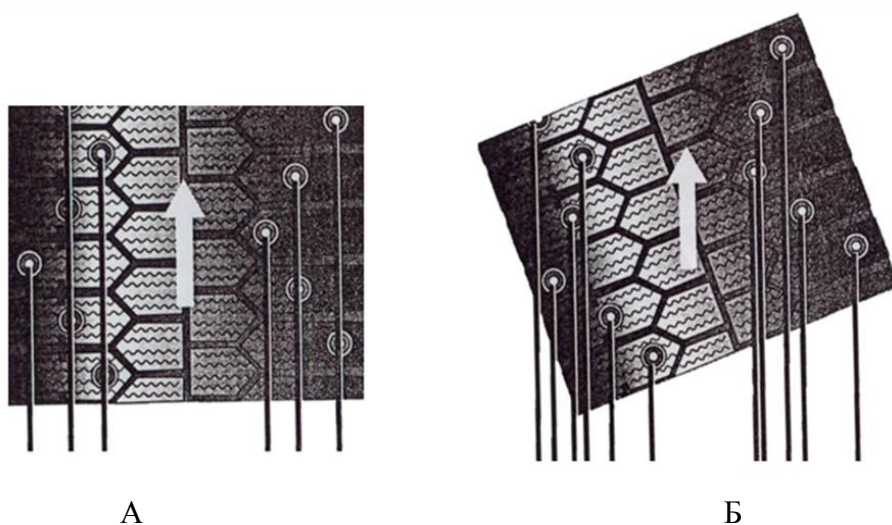


Рис. 4. Работа шипов противоскольжении:
А – прямолинейное движение; Б – движение с уводом

В настоящее время $\varphi_y - S$ диаграмма на льду, при движении на шипованных шинах не известна. Для её определения нами был создан испытательный комплекс на базе автомобиля – шинного тестера Nissan Teana. Подробно построение автомобиля – шинного тестера описано в [2]. На автомобиль было установлено следующее оборудование:

- выносные датчики частоты вращения колес BDG 6360 BALUFF (Германия) для определения окружной скорости колес [5];
- датчик усилия нажатия на тормозную педаль CPFTA фирмы CORRSYS-DATRON (Германия) [6];
- система обработки данных DAS-3 фирмы CORRSYS-DATRON (Германия) [7];
- блок распределения питания Small 12V Power Distributor Box фирмы CORRSYS-DATRON (Германия) [8];
- датчик ускорений и угловых скоростей Tri-Axial Navigational Sensor (TANS) фирмы CORRSYS-DATRON (KISTLER), Германия;
- измерительное рулевое колесо MSW/S Measurement Steering Wheel фирмы CORRSYS-DATRON (KISTLER), Германия;
- 2 регистратора данных VBOX3i Single Antenna фирмы Racelogic, Великобритания и CDS-GPS CLOGMA фирмы CORRSYS-DATRON (KISTLER), Германия, для построения траекторий.

Схема размещения измерительного и регистрирующего оборудования изображена на рис. 5.

Заключение

Мы надеемся с помощью этого измерительного комплекса получить вид $\varphi_y - S$ диаграммы шипованной и нешипованной шины на льду. Также планируется провести исследование эффективности действия системы ESP на автомобиле, оснащем различными типами шин, в том числе шипованными, на обледенелых дорогах в условиях полигона. Сложность этой части работы заключается также в том, что на сегодняшний день не существует общепризнанной методики оценки эффективности действия ESP. Однако, некоторые аспекты экспериментальной оценки эффективности действия систем динамической стабилизации АТС рассмотрены в [9].

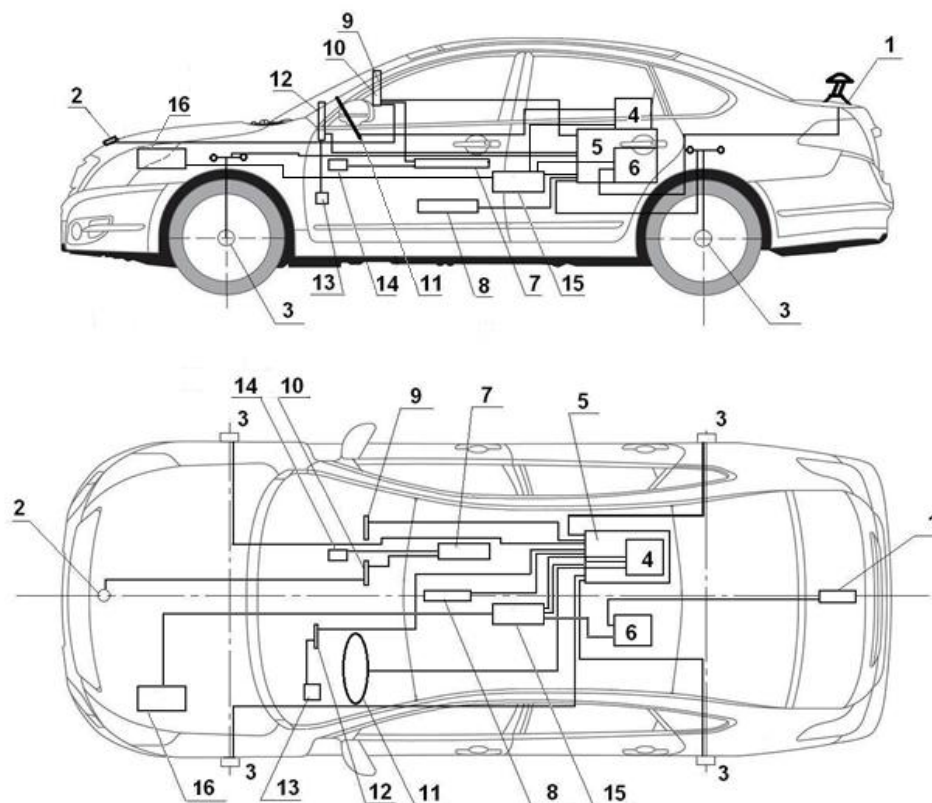


Рис. 5. Схема размещения измерительной и регистрирующей аппаратуры:
1 – GPS logger; 2 – GPS VBOX; 3 – выносной датчик угловой скорости колеса;
4 – блок динамометрического руля; 5 – компактная мобильная система сбора и
обработки данных DAS-3; 6 – блок GPS logger; 7 – блок GPS VBOX;
8 – шестикоординатный датчик ускорений; 9 – блок управления и отображения
системы DAS-3; 10 – блок управления и отображения GPS VBOX;
11 – динамометрический руль; 12 – блок управления и отображения датчика
усилия нажатия на педаль тормоза; 13 – датчик усилия нажатия на педаль тормоза;
14 – прикуриватель; 15 – блок распределения питания Small 12V Power Distributor Box;
16 – аккумуляторная батарея

Литература

1. Правила ЕЭК ООН № 13-09. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и О в отношении торможения. Введены 1996.06.28. М.: Изд-во стандартов, 2002. 112 с.
2. Кристальный С.Р. Принцип создания шинного тестера на базе серийного легкового автомобиля / С.Р. Кристальный, Н.В. Попов и др. // Журнал автомобильных инженеров. 2013. № 5 (82). С. 38–45.

3. Дик А.Б. Автореферат канд. техн. наук. 1988. 29 с.
4. Кристальный С.Р. Проблемы функционирования АБС на автомобилях, оснащённых шипованными шинами / С.Р. Кристальный, Н.В. Попов и др. // Автомобильная промышленность. 2012. № 8. С. 20–22.
5. Руководство пользователя «Выносной датчик угловой скорости колеса BALLUFF BDG 6360». S. 1. 2001.
6. Инструкция по установке датчика усилия на педали CPFTA CORRSYS-DATRON. S. 1. 2004.
7. Руководство пользователя «Компактная мобильная система сбора и обработки данных CORRSYS-DATRON DAS-3». S. 1. 2008.
8. Руководство пользователя «Small 12V Power Distribution Box». URL: http://www.corrsysatron.com/Support/Data_Sheets/Datasheets-Access/cds-d_DIST-BOX_e.pdf
9. Иванов А.М. Экспериментальная проверка методов оценки эффективности систем динамической стабилизации АТС / А.М. Иванов, А.А. Ревин, Э.Н. Никульников, Е.В. Балакина, А.А. Барашков, С.А. Лосев, С.С. Шадрин, Ю.Н. Козлов // Автомобильная промышленность. 2009. №7. С. 31–33.

References

1. Pravila EEK OON № 13-09. Edinoobraznye predpisanija, kasajushhiesja oficial'nogo utverzhdenija mehanicheskikh transportnyh sredstv kategorij M, N i O v otnoshenii tormozhenija. Vvedeny 1996.06.28, Moscow, Izd-vo standartov, 2002, 112 p.
2. Kristal'nyj S.R. Zhurnal avtomobil'nyh inzhenerov, 2013, № 5 (82), pp. 38–45.
3. Dik A.B. Avtoreferat kand. tehn. Nauk, 1988, 29 p.
4. Kristal'nyj S.R. Avtomobil'naja promyshlennost', 2012, № 8, pp. 20–22.
5. Rukovodstvo pol'zovatelja «Vynosnoj datchik uglovoj skorosti kola BALLUFF BDG 6360», 2001.

6. Instrukcija po ustanovke datchika usilija na pedali CPFTA CORRSYS-DATRON, 2004.

7. Rukovodstvo pol'zovatelja «Kompaktnaja mobil'naja sistema sbora i obrabotki dannyh CORRSYS-DATRON DAS-3», 2008.

8. Rukovodstvo pol'zovatelja «Small 12V Power Distribution Box». URL: http://www.corrsysatron.com/Support/Data_Sheets/Datasheets-Access/cds-d_DIST-BOX_e.pdf

9. Ivanov A.M., Revin A.A., Nikul'nikov Je.N., Balakina E.V., Barashkov A.A., Losev S.A., Shadrin S.S., Kozlov Ju.N. *Avtomobil'naja promyshlennost'*, 2009, №7, pp. 31–33.

V. Fomitchev

The article is on the topic: «The efficiency of the electronic stability control systems of vehicles, equipped with studded tires»

Abstract. This paper presents the preconditions, which might result as the basic causes in the reduction in efficiency of the electronic stability control systems of vehicles equipped with studded tires when in motion on an icy surface. The construction of the instrument (tire tester) on the basis of the passenger vehicle used in the determination of the $\varphi - S$ diagrams for motion on an icy surface is been described.

Key words: ESC, studded tires, tire tester, testing.