

И. В. Олейник, В. Л. Супрун

Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ  
«Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

## АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ КОРРЕКТИРОВКА ПОПЕРЕЧНЫХ УСКОРЕНИЙ АВТОМОБИЛЯ ПРИ БОКОВОМ СКОЛЬЖЕНИИ

*Рассмотрено техническое решение проблемы, связанной с разворотом автомобиля при прохождении поворота в заносе. Проведено исследование аэродинамики заднего автомобильного антикрыла при боковом скольжении автомобиля. Проведено сравнение характеристик антикрыла и системы ASCOTA, доказана малая эффективность классического аэродинамического элемента для решения данной проблемы. Описан путь исследований при проектировании «элемента стабилизации» системы ASCOTA. Разработана техническая система функционирования системы ASCOTA. Разработан алгоритм работы системы ASCOTA. **Ключевые слова:** колесный автомобиль: дрифтинг, поперечное ускорение, разворот, округлость катма, асота*

### **Введение**

Дрифтинг (англ. drift) – техника вождения и вид автоспорта, характеризующийся прохождением поворотов с намеренным срывом задней оси и проход в управляемом заносе на максимально возможной для удержания на трассе угла скорости.

Как техника вождения дрифт появился в середине 1960-х годов в Японии.

Дрифтинг развился из гонок, проводимых на извилистых горных дорогах, называемых «тоге» (touge).

Отличие дрифтинга от тоге заключается в использовании технических приемов прохождения поворотов в управляемом заносе.

В данное время соревнования по дрифтингу проводятся во всем мире: в Японии, США, Австралии и Новой Зеландии, в абсолютно всех странах западной и восточной Европы, в крупнейших странах Азии, Южной Америки и Ближнего Востока.

Дрифтинг был признан как отдельный вид автоспорта в 2010-ом году Российской Автомобильной Федерацией.

Автомобиль для дрифтинга – это заднеприводная машина с большой мощностью и большим крутящим моментом двигателя. Именно поэтому в автомобилях, которые подготавливают к соревнованиям по дрифтингу, не только форсируются двигатели, но и подвергаются модернизации практически все узлы и агрегаты. Особое место в подготовке уделяется настройке управляемости: увеличению угла поворота колес, подбору элементов подвески, настройке углов подвески, модернизации тормозной системы, подбору шин, облегчению конструкции.

Однако до сих пор существует проблема, с которой сталкивались абсолютно все гонщики в соревнованиях по дрифтингу – разворот при прохождении поворота в заносе на большой скорости. Разворот приводит к потере контроля над автомобилем и, как следствие, не только к материально-техническим потерям, но иногда и к человеческим жертвам.

### **Цель работы**

Нахождение метода корректировки поперечных ускорений автомобиля при боковом скольжении.

© Олейник И. В., Супрун В. Л., 2012

### Основная часть

В классических видах автоспорта для решения проблемы, связанной с заносом и последующим разворотом, используют заднее антикрыло, которое создает аэродинамическую вертикальную нагрузку, увеличивающую силу сцепления колес задней оси с дорожным покрытием [1].

У заднего антикрыла есть и недостаток – нагружая заднюю ось, заднее антикрыло разгружает переднюю ось.

Однако в дрифте вхождение в занос является основной целью гонки, поэтому антикрыло играет отрицательную роль.

Возможно было бы использование системы Drag Reduction System (DRS) (система снижения турбулентности), которая с 2011 года используется в Формуле-1. Эта система регулирует угол атаки заднего антикрыла. Однако, как показали наши исследования, в виртуальной аэродинамической трубе Flow Simulation программы Solid Works, при заносе автомобиля у антикрыла падает коэффициент прижимной силы  $C_y$ , как показано на рисунке 1.

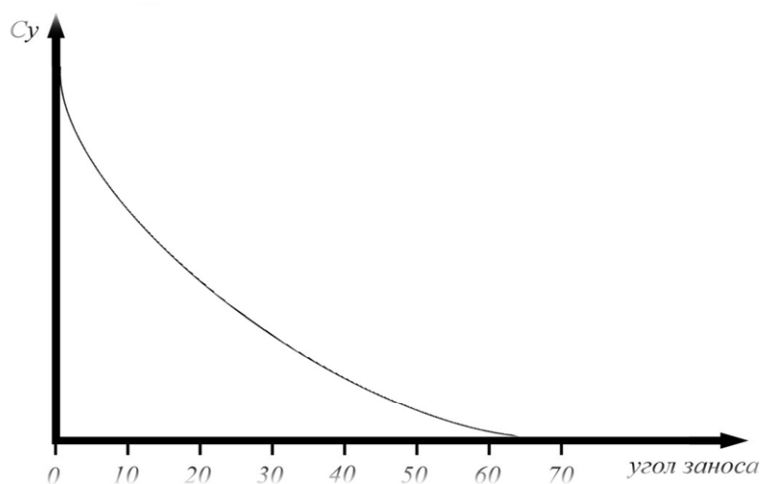


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента  $C_y$  от угла заноса автомобиля  
(график может изменяться в зависимости от профиля антикрыла)

Было принято решение спроектировать систему, которая бы соответствовала следующим требованиям:

- 1) эффективность при любом угле заноса автомобиля;
- 2) исправление ошибок водителя;
- 3) индивидуальная подстройка под скорость реакции водителя.

Система получила название (Aerodynamic Correction Of Transverse Acceleration) аэродинамическая корректировка поперечного ускорения (ACOTA) рисунок 2.



Рисунок 2 – ACOTA

Система состоит из следующих компонентов (рисунок 3).

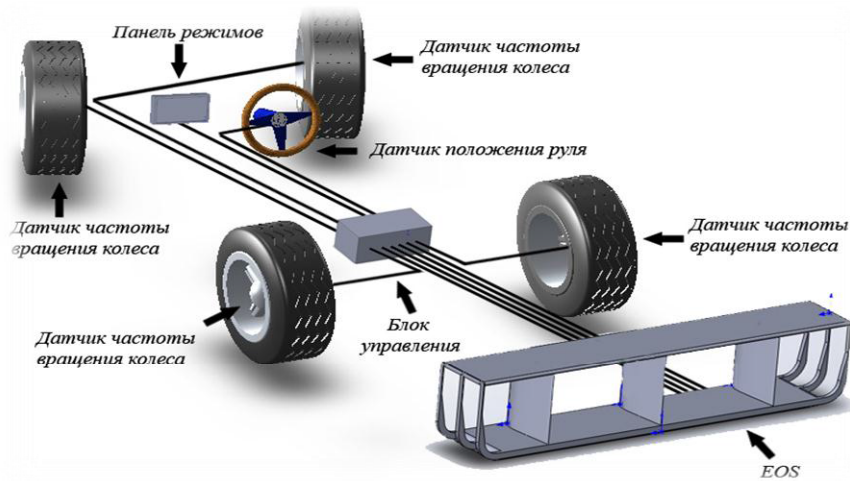


Рисунок 3 – Система АСОТА:

1. Элементы формирования:

- датчик частоты вращения колеса  $\times 4$ ;
- датчик положения руля  $\times 1$ ;
- панель режимов  $\times 1$ ;
- блок управления  $\times 1$ .

2. Элементы исполнения:

- элемент стабилизации (Element of Stabilizing)  $\times 1$ .

В качестве элемента стабилизации рассматривался вариант использования армированного полиуретанового антикрыла, которое бы изменяло угол атаки в трехмерном пространстве за счет упруго-пластического свойства полиуретана. Но Flow Simulation в программе Solid Works показал малую эффективность данной идеи.

Для трехмерного изменения угла атаки необходим механический привод, который находился бы в обтекаемых корпусах, напоминающих вертикальные стабилизаторы.

Экспериментально была определена эффективность использования в качестве элемента стабилизации набора вертикальных стабилизаторов, расположенных в ряд поперечно продольной оси автомобиля. Стабилизаторы показали высокую эффективность на автомобиле Nissan 350Z (рисунок 4). Эксперимент моделировался в Solid Works.



Рисунок 4 – Аэродинамика Nissan 350Z

Принцип аэродинамической работы системы АСОТА существенно отличается от аэродинамической работы антикрыла.

Антикрыло создает вертикальную нагрузку за счет разницы давлений над антикрылом и под ним [2]. У антикрыла изменяется вертикальный угол атаки.

Эффективность системы АСОТА, в отличие от антикрыла, не зависит от силы сцепления шин с дорожным покрытием. В системе АСОТА изменяется горизонтальный угол атаки стабилизаторов. Таким образом, система генерирует поперечные компенсирующие и избыточные аэродинамические нагрузки, позволяя настраивать поперечную устойчивость задней оси при небольшом коэффициенте сцепления с дорожным покрытием (занос, мокрый асфальт, лед) с большей эффективностью.

На рисунке 5 изображено сравнение работы антикрыла и системы АСОТА с позиции окружности Вунибальда Камма [3].



Рисунок 5 – Сравнение работы антикрыла и АСОТА

Система АСОТА работает в двух режимах: «стабильное движение» и «дрифт». В режиме «стабильное движение», при вхождении в поворот, система генерирует компенсирующие поперечные нагрузки К (рисунок 6). В режиме «дрифт», при вхождении в поворот, система генерирует избыточные поперечные нагрузки И (рисунок 6).

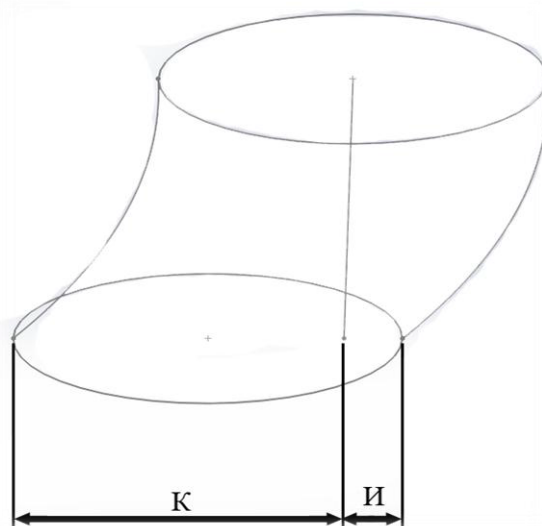


Рисунок 6 – Генерация поперечных нагрузок

#### **Алгоритм работы системы АСОТА**

При прохождении поворота в режиме «стабильное движение» (рисунки 7 и 8) блок управления АСОТА устанавливает угол атаки стабилизаторов на максимально допустимое значение, при котором генерация компенсирующей нагрузки граничит со срывом воздуш-

ного потока, одновременно с этим блок управления считывает данные с датчиков частоты вращения колес и датчика положения руля. Если переднее колесо, описывающее внешний радиус поворота, демонстрирует ускорение выше допустимого при конкретном положении руля, то на панели режимов отображается предупреждение о критической скорости прохождения поворота.

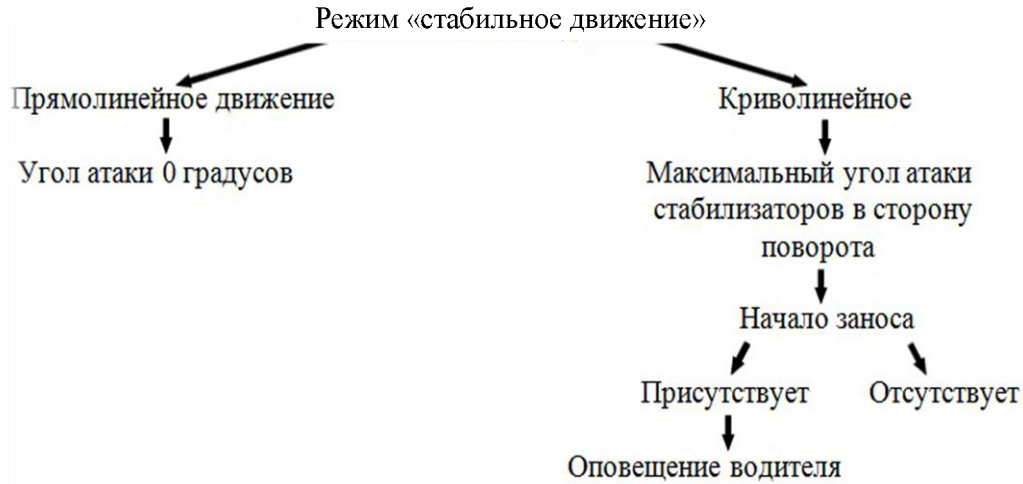


Рисунок 7 – Алгоритм работы АСОТА в режиме «стабильное движение»



Прямолинейное движение

Криволинейное движение

Рисунок 8 – Принцип работы системы АСОТА в режиме «стабильное движение»

При прохождении поворота в режиме «дрифт» (рисунки 9 и 10), блок управления АСОТА через датчики частоты вращения колес и датчик положения руля отслеживает стиль движения и генерирует либо избыточные поперечные нагрузки (при отсутствии заноса), либо компенсирующие (при критических поперечных ускорениях).

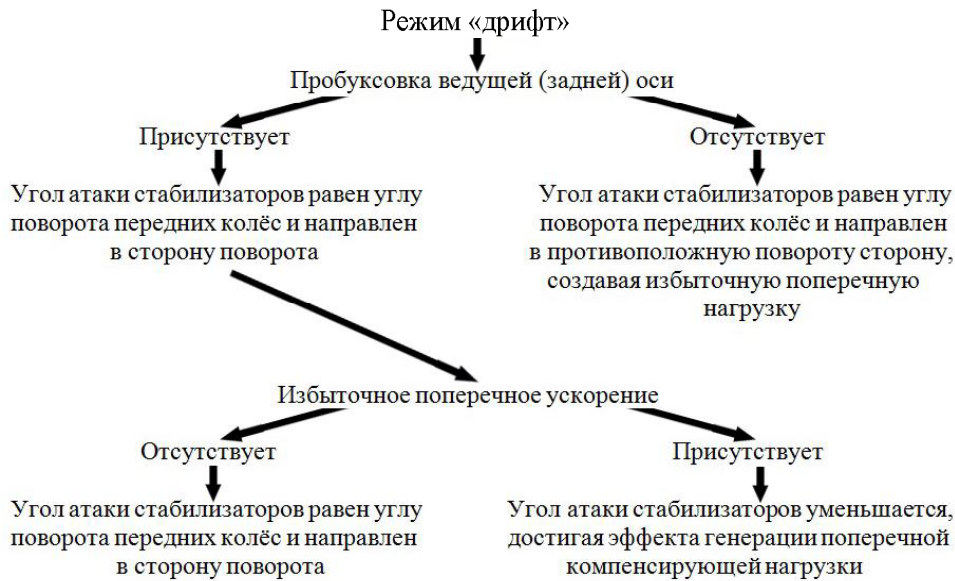
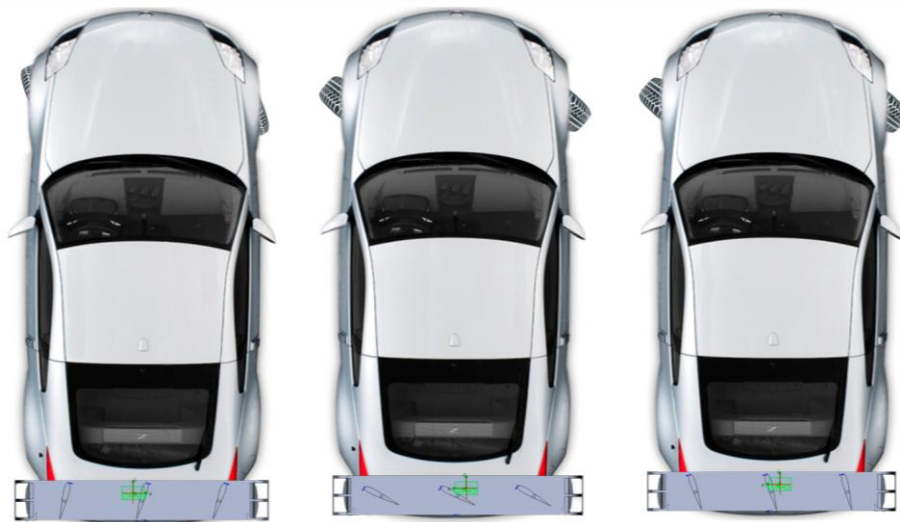


Рисунок 9 – Алгоритм работы АСОТА в режиме «дрифт»



Отсутствие пробуксовки

Пробуксовка

Избыточное поперечное ускорение

Рисунок 10 – Принцип работы системы АСОТА в режиме «Дрифт»

### **Выводы**

Предложено техническое решение проблемы разворота автомобиля при прохождении поворота в заносе, а также на поверхностях, имеющих невысокий коэффициент трения с шиной, предложена конструкция и алгоритм работы системы АСОТА, проведено сравнение системы АСОТА с антикрылом.

Применение системы АСОТА позволяет корректировать поперечные ускорения автомобиля при боковом скольжении.

### **Список литературы**

1. Бекман В. В. Гоночные автомобили / В. В. Бекман. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 320 с. Bekman V. V. Gonochnyye avtomobili (Racing cars) / V. V. Bekman. – L.: Mashinostroyeniye. Leningr. otd-niye, 1980. – 320 s.

2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика / Н. Ф. Краснов. – М.: Высшая школа, 1976. – Ч. 1: Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла: учебник. – 384 с.  
Krasnov N. F. Aerodinamika (Aerodynamics) / N. F. Krasnov. – M.: Vysshaya shkola, 1976. – Ch. 1: Osnovy teorii. Aerodinamika profilya i kryla: uchebnik (Part 1: Basics of theory. Aerodynamics of the airfoil and the wing: coursebook). – 384 s.
3. Горбачев М. Г. Экстремальное вождение. Гоночные секреты / М. Г. Горбачев. – М.: Рипол Классик, 2007. – 304 с.  
Gorbachev M. G. Ekstrimalnoye vozhdeniye. Gonochnyye sekrety (Extreme driving. Racing secrets) / M. G. Gorbachev. – M.: Ripol Klassik, 2007. – 304 s.
4. Чижков Ю. П. Электрооборудование автомобилей: учебник / Ю. П. Чижков, С. В. Акимов. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2007. – 384 с.  
Chizhkov Yu. P. Elektrooborudovaniye avtomobiley: uchebnik (Car electrical equipment: coursebook) / Yu. P. Chizhkov, S. V. Akimov. – M.: ZAO KZHI "Za rulem", 2007. – 384 s.
5. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели: краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем» 2004. – 176 с.  
Litvinenko V. V. Avtomobilnyye datchiki, rele i pereklyuchateli: kratkiy spravochnik (Automobile detector means, electromagnetic switch and shifters: quick reference) / V. V. Litvinenko, A. P. Maystruk. – M.: ZAO KZHI "Za rulem", 2004. – 176 s.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. А. В. Хімченко, АДІ ДонНТУ.

Стаття надійшла до редакції 13.11.12

*І. В. Олейнік, В. Л. Супрун*  
*Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ*  
*«Донецький національний технічний університет», м. Горлівка*

#### **Аеродинамічне коректування поперечних прискорень автомобіля при бічному ковзанні**

Розглянуто технічне вирішення проблеми, що пов'язана з розворотом автомобіля при проходженні повороту при заносі. Проведено дослідження аеродинаміки заднього автомобільного антикрила при бічному ковзанні автомобіля. Проведено порівняння характеристик антикрила й системи АСОТА, доведено малу ефективність класичного аеродинамічного елемента для вирішення даної проблеми. Описано шляхи досліджень при проектуванні «елемента стабілізації» системи АСОТА. Розроблено технічну систему функціонування системи АСОТА. Розроблено алгоритм роботи системи АСОТА.

КОЛІСНИЙ АВТОМОБІЛЬ: ДРІФТІНГ, ПОПЕРЕЧНЕ ПРИСКОРЕННЯ, РОЗВОРОТ, КОЛО КАММА, АСОТА

*I. V. Oleynik, V. L. Suprun*  
*Automobile Transport and Highway Engineering Institute of*  
*Donetsk National Technical University, City of Gorlovka*

#### **Aerodynamic Correction of Automobile Transverse Acceleration under Sideways Sliding Motion**

Drifting (a word derived from English "drift") is a driving technique and a means of transport characterized by turn manoeuvre with the intentional breakage of back axle and passage way in controlled skidding at maximum possible speed for holding angle on terrace. Being a driving technique drifting started out in the middle sixties in Japan, but being a certain means of transport it was acknowledged only in 2010 by the Russian Automobile Federation (RAF).

There is a problem in drifting that each and every racer has faced in the competitions namely the turn manoeuvre while skidding at high speed. The turn manoeuvre causes the losing control over the automobile and, in consequences, the material and technical damages and sometimes casualties. That is why the development of the correction method of transverse acceleration which causes the turn manoeuvre of the automobile under sideways sliding motion is an urgent problem.

It has been discovered during the study process that the existent automobile aerodynamic elements are inefficient. The results of the spoiler aerodynamic studies in Flow Simulation of SolidWorks program have shown that while skidding  $G_y$ , the spoiler tracking force coefficient decreases.

Then the decision to plan the system which could fit the following requirements has been made:

- efficiency under any automobile skidding angle;
- correction of driver failures;
- individual adjustment to the driver speed reaction.

The system has been called as ACOTA (Aerodynamic Correction of Transverse Acceleration).

WHEELED AUTOMOBILE: DRIFTING, TRANSVERSE ACCELERATION, TURN MANOEUVRE, KAMM CIRCLE, ACOTA