

### Список использованных источников.

1. Расчёт надёжности упругих элементов микромеханических гироскопов: учебное пособие, [Электронный ресурс] – URL: <http://window.edu.ru/resource/673/78673/files/itmo908.pdf#1>
2. Распопов, В. Я. Микромеханические приборы. - М.: Машиностроение, 2007. – 397 с.

## INSTRUMENTAL IMPLEMENTATION AND APPLICATION OF MICROELECTROMECHANICAL SENSORS

A. I. Zvizhinsky, E. A. Chekmarev, V. N. Kaleda\*

*Branch of the Military Academy of Material and Technical Support,  
\*FSBEI HE "Penza State University",  
Penza, Russia*

The article deals with the functional scheme and applications of microelectromechanical systems. The advantages of MEMS devices are emphasized. Some new approaches are proposed due to the complexity of manufacturing nanosized mechanical structures.

**Key words:** microelectromechanical systems, sensors, microelectronics, accelerometer, gyroscope.

УДК 629.01

## ВЛИЯНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА ЕГО МОЩНОСТЬ

В.Н. Каледа<sup>1</sup>, А.И.Звижинский<sup>2</sup>, И.А. Каледа<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,  
<sup>2</sup>Филиал Военной академии материально-технического обеспечения,  
<sup>3</sup>Пензенский казачий институт технологий (филиал)  
ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»,  
г. Пенза, Россия

В статье рассматриваются основные оценочные показатели гидравлических усилителей руля автомобилей.

**Ключевые слова:** легковой автомобиль, сила аэродинамического сопротивления, коэффициент аэродинамического сопротивления, мощность двигателя, необходимая для преодоления аэродинамического сопротивления, показатель эффективности, показатель реактивного действия, нагрузочный коэффициент.

На расход топлива легкового автомобиля, особенно на высоких скоростях, существенное влияние оказывает сопротивление воздуха (аэродинамическое сопротивление). Сила аэродинамического сопротивления  $P_v$  пропорциональна квадрату скорости и рассчитывается по формуле

$$P_v = S v^2 \frac{\rho}{2} C_x, \text{ Н}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь фронтальной проекции автомобиля,  $\text{м}^2$ ;  $v$  – скорость движения автомобиля относительно воздуха,  $\text{м/с}$ ;  $\rho$  – плотность воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;  $C_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления.

Аэродинамическое сопротивление не зависит от массы автомобиля. Площадь фронтальной проекции автомобиля определяется формой кузова и требованиям по обеспечению комфортного расположения водителя и пассажиров на сиденьях. Например, автомобиль большого класса может быть ниже, чем малого, так как его сиденья часто расположены ниже. У автомобиля малого класса из-за его небольшой массы и длины, сиденья расположены выше над полом, и поэтому расстояние между передними и задними сиденьями меньше. Более прямое расположение водителя и пассажиров в автомобиле малого класса требует его большей высоты, но меньшей длины. Площади фронтальных проекций обоих автомобилей при этом почти одинаковы, но низкий и длинный кузов автомобиля большого класса аэродинамически более выгоден.

Мощность двигателя, необходимая для преодоления аэродинамического сопротивления пропорциональна, следовательно, кубу скорости:

$$N_v = \frac{P_v v}{3600} = S v^3 \frac{\rho}{7200} C_x, \text{ кВт}, \quad (2)$$

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$ , как видно из табл. 1, представленной ниже, изменяется в широком диапазоне в зависимости от формы кузова автомобиля [1-3].

Коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$  устанавливается продувкой автомобиля или его макета в аэродинамической трубе или приближенно в ходе эксплуатационных испытаний. При испытаниях в аэродинамической трубе на макетах получаются менее точные значения, чем при тех же испытаниях на реальных транспортных средствах. Это связано с тем, что на изменение сопротивления воздуха влияют неточности изготовления некоторых узлов и деталей автомобиля: ручек дверей, днища кузова, бамперов, зеркал заднего вида и т. д. Кроме того, воздух, поступающий в кузов для охлаждения и вентиляции, оказывает существенное влияние на величину  $C_x$ .

Таблица 1 – Аэродинамическое сопротивление легковых автомобилей с различной формой кузова

| Кузов автомобиля                      | Коэффициент лобового сопротивления $C_x$ | Мощность, необходимая для преодоления аэродинамического сопротивления, кВт, при площади фронтальной проекции кузова 2 м <sup>2</sup> и скорости |          |           |
|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
|                                       |                                          | 40 км/ч                                                                                                                                         | 80 км/ч  | 120 км/ч  |
| Открытый четырехместный               | 0,7–0,9                                  | 1,18–1,47                                                                                                                                       | 9,6–11,8 | 31,0–40,5 |
| Закрытый, с наличием углов и граней   | 0,6–0,7                                  | 0,96–1,18                                                                                                                                       | 8,0–9,6  | 26,4–30,8 |
| Закрытый, с закруглением граней       | 0,5–0,6                                  | 0,80–0,96                                                                                                                                       | 6,6–8,0  | 22,0–26,4 |
| Закрытый понтонообразный              | 0,4–0,5                                  | 0,66–0,80                                                                                                                                       | 5,2–6,6  | 17,6–22,0 |
| Закрытый, хорошо обтекаемый           | 0,3–0,4                                  | 0,52–0,66                                                                                                                                       | 3,7–5,2  | 13,2–17,6 |
| Закрытый, аэродинамически совершенный | 0,2–0,25                                 | 0,33–0,44                                                                                                                                       | 2,6–3,3  | 9,8–11    |

На рис. 1 показаны возможности снижения аэродинамического сопротивления легкового автомобиля путем совершенствования формы кузова. Значения  $C_x$  приведены для корковых (корпусных) масштабных моделей автомобиля. Видно, что за счёт применения однообъемного кузова аэродинамическое сопротивление может быть уменьшено вдвое. Наименьшее значение  $C_x \approx 0,11$  обеспечит автомобиль с кузовом в виде рассечённой вдоль капли жидкости, установленной на колеса [4]

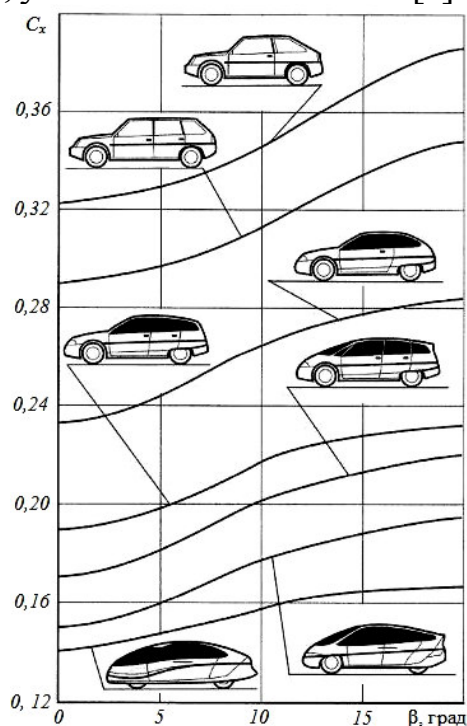


Рисунок 1 – Возможности снижения коэффициента  $C_x$  легкового автомобиля за счёт совершенствования формы кузова

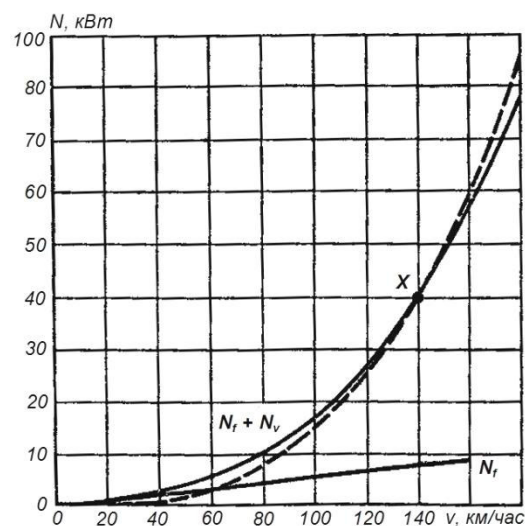


Рисунок 2 – Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивлений движению автомобиля среднего класса.

На высоких скоростях автомобиля преобладающим является аэродинамическое сопротивление. На рис. 2 показано изменение

мощностей, необходимых для преодоления сопротивления качению  $N_f$  и аэродинамического сопротивления  $N_v$  в зависимости от скорости  $v$  для автомобиля среднего класса (масса автомобиля 1350 кг,  $S = 2 \text{ м}^2$ , коэффициент сопротивления качению  $f = 0,015$ ,  $C_x = 0,456$ ).

При скорости 60 км/ч мощности, необходимые для преодоления сопротивления качению и сопротивления воздуха, равны, что характерно для данного типа автомобилей. По количеству потребляемой мощности можно видеть важность сопротивления воздуха. При скорости 80 км/ч мощность, затрачиваемая на его преодоление, в 4 раза больше, чем при скорости 40 км/ч, а при скорости выше, чем 120 км/ч, общая мощность, необходимая для движения, растет почти пропорционально кубу скорости автомобиля.

При определении мощности двигателя, необходимой для достижения максимальной скорости, превышающей ту, которую обеспечивает номинальная мощность установленного на автомобиле двигателя, можно без существенной ошибки использовать следующее соотношение:

$$N_2 = N_1 \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^3, \text{ кВт}, \quad (3)$$

где  $N_2$  – требуемая мощность, кВт;  $N_1$  – достигнутая максимальная мощность, кВт;  $v_2$  – требуемая скорость, км/ч;  $v_1$  – достигнутая максимальная скорость, км/ч.

Через точку  $X$  – максимальная мощность  $N_1$  при максимальной скорости  $v_1$  – проведена кривая зависимости мощности от куба скорости (рис. 1). Разница между этой кривой и линией мощности, требуемой для движения при максимальной скорости, незначительна.

Показанная сумма мощностей сопротивления качению  $N_f$  и аэродинамического сопротивления  $N_v$  представляет собой мощность сопротивления равномерному движению автомобиля по горизонтальному участку дороги при безветрии.

#### **Список использованных источников.**

1. Современный экономичный автомобиль. – Режим доступа: <https://bookree.org/reader?file=473151> (дата обращения 24.10.2021).
2. Отраслевой стандарт ОСТ 37.001.267-83 «Автомобили легковые. Типы кузовов. Основные термины и определения» (утв. приказом Минавтопрома СССР от 10 октября 1983 г. N 49). – Режим доступа: <https://www.dokipedia.ru/document/5328537> (дата обращения 24.10.2021).
3. Автомобильные кузова. – Режим доступа: <https://press.ocenin.ru/sistematizaciya-transportnyx-sredstv/> (дата обращения 24.10.2021).

4. Евграфов А.Н. Аэродинамика автомобиля: Учебное пособие – М.: МГИУ, 2010. – 356 с. – Режим доступа: <https://books.google.ru/books?id=tN0DCOgKYsoC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false> (дата обращения 25.10.2021).

## INFLUENCE OF PASSENGER CAR AERODYNAMICS AT ITS CAPACITY

V.N. Kaleda<sup>1</sup>, A.I. Zvizhinsky<sup>2</sup>, I.A. Kaleda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*FSBEI HE «Penza state University»,*

<sup>2</sup>*Branch of the Military Academy of Material and Technical Support,*

<sup>3</sup>*Penza Cossack Institute of technology (branch)*

*MSUTM K. G. Razumovsky (PSU)*

*Penza, Russia*

The article discusses the main evaluation indicators of hydraulic power steering of cars.

**Keywords:** passenger car, aerodynamic drag force, aerodynamic drag coefficient, engine power, required to overcome aerodynamic drag, efficiency index, reactive action index, load factor.

УДК 629.351

## МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 4308

В.Н. Каледа, А.А. Дергунов, Н. В. Щербаков

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,  
г. Пенза, Россия*

В статье приведены конструктивные изменения тормозной системы автомобиля КамАЗ 4308 с целью регулирования тормозных усилий, повышения эффективности тормозной системы и устойчивости автомобиля.

**Ключевые слова:** автомобиль, тормозная система, тормозной модулятор, блок управления АБС, тормозная камера, датчик угловой скорости, клапан сброса, клапан обратный, клапан блокировочный.

Для регулирования тормозных усилий, повышения эффективности тормозной системы и устойчивости автомобиля предлагается внести изменения в тормозную систему автомобиля КАМАЗ 4308 [1]

**Отличие модернизированной тормозной системы (рис. 1) состоит в том,** что каждое колесо оснащено индивидуальным тормозным модулятором 18, задачей которого является поддержание оптимального режима торможе-