

Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал <http://www.transport-kgasu.ru>
2023. № 1 (28) http://transport-kgasu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=2
Статья опубликована 15.03.2023

Ссылка для цитирования:

Ситников Д.О., Исабаев А., Чернышев Д.О., Пупышев А.П. Влияние аэродинамики на скоростные показатели автомобиля // Техника и технология транспорта. 2023. № 3 (28). С. 3. URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N28-03IM123.pdf>

УДК 62-1/-9; 62-112.9

Влияние аэродинамики на скоростные показатели автомобиля

Ситников Д.О. – магистрант

E-mail: danil.sitnikov.2012@mail.ru

Исабаев А. – магистрант

E-mail: bedokur@internet.ru

Чернышев Д.О. – доцент

E-mail: chernyshevdo@m.usfeu.ru

Пупышев А.П. – доцент

E-mail: pupyshevap@m.usfeu.ru

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

The influence of aerodynamics on the speed performance of the car

Sitnikov D.O. – master student

E-mail: danil.sitnikov.2012@mail.ru

Isabaev A. – master student

E-mail: bedokur@internet.ru

Chernyshev D. O. – assistant professor

E-mail: chernyshevdo@m.usfeu.ru

Pupyshev A.P. – assistant professor

E-mail: pupyshevap@m.usfeu.ru

Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с аэродинамическими показателями автомобилей, причины увеличения скорости автомобиля, коэффициенты сопротивления аэродинамических показателей, а так же экспериментальные исследования в области аэродинамики с использованием компьютерного моделирования. Выявлены способы для изменения аэродинамики автомобиля. Рассмотрены автомобили, обладающие хорошей аэродинамикой.

Ключевые слова: аэродинамика, кузов, коэффициент сопротивления.

По мере развития автопрома увеличиваются скорости и мощности моторов, что в свою очередь оказывает влияние на дальнейшее совершенствование автомобилей и вопросы по улучшению аэродинамических показателей становятся все более актуальными.

Движение любого транспортного средства, по физическим законам, есть результат взаимодействия нескольких сил. При движении автомобиль ощущает и преодолевает противодействие внешней среды, что характеризуется особым понятием - аэродинамика автомобиля.

Как известно, самой крупной конструктивной частью автомобиля является кузов. Именно от него и зависит взаимодействие автотранспортного средства с воздушной средой, где в процессе движения возникает аэродинамическое сопротивление. Сопротивление воздуха при движении вперед создает определенные преграды, увеличивающиеся в квадратичной зависимости при наборе скорости. Немаловажную роль в процессе сопротивления играет и площадь поперечного сечения самого автомобиля, совершенство формы его кузова.

Аэродинамическое сопротивление, применительно к автомобильной технике, можно представить, как сумму нескольких его составляющих; сопротивление формы; сопротивление трения о наружные поверхности; сопротивление, вызываемое выступающими частями

Abstract

The article discusses issues related to the aerodynamic performance of cars, the reasons for increasing the speed of the car, drag coefficients of aerodynamic indicators, as well as experimental research in the field of aerodynamics using computer modeling. Identified ways to change the aerodynamics of the car. Cars with good aerodynamics are considered.

Keywords: aerodynamics, bodywork, drag coefficient.

автомобиля; внутренне сопротивление. Аспекты аэродинамики автомобиля заключаются в обеспечении минимальной силы сопротивления воздуха с целью повышения скорости и уменьшения расхода топлива, уменьшения аэродинамической подъемной силы, снижающей сцепление колес с дорожным покрытием, снижение аэродинамического шума, а также обеспечение оптимальных воздушных потоков для охлаждения двигателя и вентиляции салона, и снижение загрязнений поверхности самого автомобиля [1,2].

Аэродинамическое сопротивление определяется коэффициентом воздушного сопротивления C_x (меньше 1) и чем он меньше, тем меньше мощностей затрачивается при движении. C_x – величина безразмерная, равная отношению силы лобового сопротивления автомобиля к силе сопротивления движению цилиндра. И чем меньше будет у кузова C_x , тем больше будет максимальная скорость, меньше расход топлива, меньше шумов, меньше грязи на кузове и боковых стеклах, а само транспортное средство будет более устойчивым.

В настоящее время, вопрос по уменьшению аэродинамического сопротивления открывает возможности по созданию и разработке автомобилей с низким коэффициентом C_x , что особенно важно, в первую очередь, для легковых и спортивных автомобилей. Например, показатель C_x у автомобиля «AUDI A8» равен 0.37, у «Lexus LS 460» — 0.26. У спортивных автомобилей данный показатели выше, что объясняется мощными двигателями, которые требуют добавочного охлаждения и создания воздушных потоков. Добиться необходимых показателей возможно лишь увеличением площади радиатора, что ведет и к увеличению поперечного сечения автомобиля. Например, показатель аэродинамического сопротивления (C_x) у «Porsche 911 Turbo 997» равен 0.31, а у «Bugatti Veyron» — 0.42.

Показатели аэродинамического сопротивления (C_x) у автомобилей отечественного автопрома - модели «Lada» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Аэродинамическое сопротивление автомобилей модели «Lada»

Модель LADA	C_x
Лада Приора седан	0,32
Лада Приора универсал	0,34
Лада Калина «Люкс»	0,347
Лада Гранта «Люкс»	0,353
Лада Гранта «Норма»	0,367
Лада Калина «Норма»	0,378
Лада Веста	0,38
Лада Калина - 2 универсал	0,39
Лада калина -2 хэтчбек	0,418
Лада Ларгус	0,42
Нива 4*4	0,536
Лада XRAY стандарт	0,367
Лада XRAY норма	0,367
Лада XRAY люкс	0,353

На аэродинамику автомобиля существенно влияет форма самого кузова (табл. 2).

Таблица 2

Влияние формы кузова автомобиля на коэффициент аэродинамического сопротивления

Формы кузова автомобиля	C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления
Кабриолет	0,33 – 0,50
Внедорожный автомобиль	0,35 – 0,50
Седан	0,26 – 0,35
Универсал	0,30 – 0,34
Кузов клинообразной формы (фары и бамперы встроены в кузов,	0,3 – 0,4

колеса закрыты, днище обшито панелями, оптимизирована обтекаемость)	
Формы и бампера встроены в кузов, днище обшито панелями	0,2 – 0,25
Обратная клинообразная форма кузова (минимальное сечение в задней части)	0,23
Оптимальная обтекаемость	0,15 – 0,20

Оптимально подобранный угол наклона, сглаживание острых углов панелей кузова, удаление с поверхности кузова мелких выступающих деталей в виде водосливных желобков на крыше, ободков фар, размещении щеток стеклоочистителей позволяют достичь необходимого результата в совершенствовании данного вопроса. Для уменьшения сопротивления днище автомобиля также прикрывают специальными щитками, так как выступающие детали выхлопной системы и подвески также увеличивают сопротивление. Во время движения автомобиля воздушный поток под его днищем идет по прямой, верхняя часть потока огибает сам кузов и проходит больший путь. В результате скорость верхнего воздушного потока выше, чем нижнего. По законам физики, чем выше скорость воздуха, тем ниже давление. Под днищем автомобиля создается область повышенного давления, в верхней его части – пониженного, что приводит к созданию подъемной силы, и несмотря на то, что величина этой силы невелика, не исключена возможность в ее неравномерном распределении по осям. С возрастанием скорости автомобиль становится, склонен к заносу, снижается его устойчивость в виду того, что переднюю, ось подгружает поток, давящий на капот и лобовое стекло, а заднюю дополнительно разгружает зона разряжения, образуемая за автомобилем (рис.1).

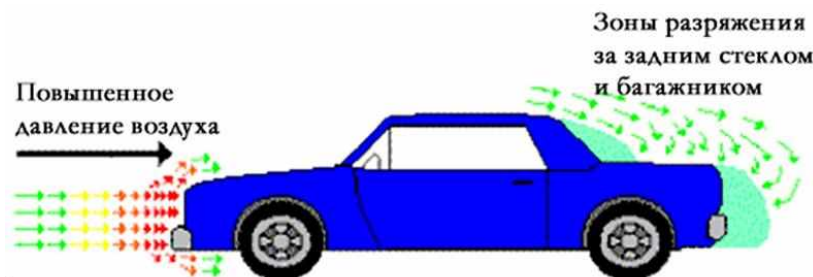


Рис.1. Распределение давления воздуха при движении автомобиля

При движении на автомобиль действует аэродинамическая сила в результате чего ухудшается управляемость и устойчивость автомобиля, что в свою очередь сказывается на безопасности движения. Соотношение трех сил (равнодействующая) - сопротивление среды, подъемная сила и прижимная сила определяет устойчивость и маневренность автомобиля на дороге и сказывается на его экономических показателях. Вовремя движения транспортного средства при увеличении скорости воздух, оказывающий сопротивление, делится на несколько потоков. Один поток воздуха обтекает машину сверху и прижимает ее к дорожному полотну, другой более плотный, по закону Бернулли, проходит по дну машины, приподнимая ее, а остальные – обтекают с боков (рис.2).



Рис. 2. Распределение потоков воздуха при движении автомобиля

При движении автомобиль создает область повышенного давления, сжимая находящиеся перед ним потоки воздуха. Обтекая, кузов и отрываясь от заднего капота, потоки воздуха создают область пониженного давления. Величина области пониженного давления определяется формой задней части кузова [3,4].

Грамотно спроектированная форма кузова с использованием специально разработанных кузовных элементов в виде спойлеров и антикрыльев кардинально изменяют показатели аэродинамики автомобиля, приводят к снижению подъемной силы на 70% и созданию силы, прижимающей автомобиль к дороге (рис.3).

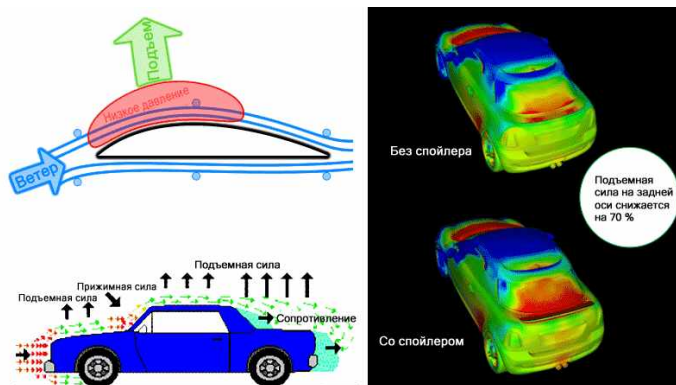


Рис.3. Автомобиль со спойлером

Установка заднего спойлера снижает коэффициент сопротивления на 2% (рис.4).

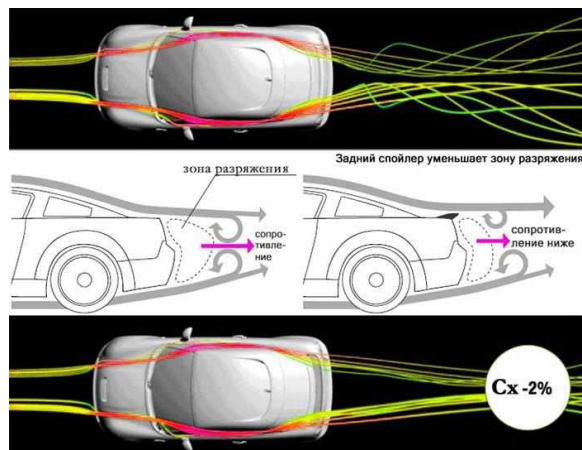


Рис.4. Влияние заднего спойлера на аэродинамику автомобиля

На аэродинамику автомобиля влияют многие показатели. Если автомобиль новый, коэффициент сопротивления уменьшается.

В таблице 3 представлены некоторые показатели, увеличивающие % сопротивления автомобиля.

Таблица 3

Показатели, влияющие на повышение аэродинамического сопротивления автомобиля

Показатели	Увеличение C_x
Открытые окна	+ 5%
Дополнительные брызговики	+ 3%
Багажник на крыше	+ 10-12%
Шины с широким профилем	+ 3%
Открытый люк на крыше	+ 5%
Радиоантенна	+ 0,5 - 1%

Также увеличивают % коэффициента сопротивления воздуха и следующие моменты – чем выше задран «нос» автомобиля, тем хуже проходит процесс обтекания днища, сидящие пассажиры на переднем сидении, работающие вентиляторы и включенная «печка», даже невымытый автомобиль увеличивает показатель коэффициента сопротивления.

Улучшение аэродинамических показателей необходимо для увеличения скорости автомобиля. Убрав все возможные внешние элементы, уменьшится коэффициент сопротивления воздуха, увеличится скорость автомобиля и возрастет экономия топлива. Данные по проведению определенного вида работ, направленных на снижение расхода топлива и улучшение аэродинамики автомобилей с объемом двигателя от 1300 – 1500 см³, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Снижение расхода топлива

Внешние элементы	Экономия литров/100 км	
	На V = 90 км/ч	На V = 120 км/ч
Убрать верхний бокс	0,98	1,61
Убрать крепление для лыж	0,61	1,01
Закрыть окно	0,27	0,44
Установить передний обтекатель	0,24	0,40
Закрыть люк на крыше	0,05	0,08
Установить колпаки на штамповку	0,05	0,08

Экспериментальные исследования в области аэродинамики с использованием компьютерного моделирования позволили уменьшить коэффициент C_x легковых автомобилей почти в 2 раза, что и позволило сэкономить расход топлива на 100 км.

Специалисты авто конструкторы, совершенствуя транспортные средства в области аэродинамики, в целях улучшения эксплуатационных характеристик автомобиля, проводят различные расчеты по распределению по осям подъемной силы, обеспечивают доступ воздуха для охлаждения двигателя и тормозных механизмов, продумывают места забора и выхода воздуха для системы вентиляции салона, понижают уровень шумов в салоне, оптимизируют формы деталей кузова для уменьшения загрязнения стекол, зеркал и светотехники воплощают в жизнь свои смелые дизайнерские технологические разработки [5].

Хорошей аэродинамикой отличается новый электромобиль Tesla Model 3, имеющего коэффициент $C_x = 0,21$ (рис.5).



Рис.5. Tesla Model 3

Внедрение новых технологий в области аэродинамики позволило немецкому автоконцерну Volkswagen создать субкомпактный сверхэкономичный гибридный автомобиль - Volkswagen XL1, имеющий коэффициент $C_x = 0,189$, напоминающий капсулу с полностью закрытыми задними колесами. Благодаря уникальной разработке достигнуты отличные показатели - гибридная силовая установка с дизельным мотором, приводящая в движение XL1, имеет расход в 1 л топлива на 100 км пути (рис.6).



Рис. 7. Volkswagen XL1

Выводы

В настоящее время, автопроизводители разных стран продолжают проводить работу по улучшению аэродинамических показателей автомобилей и снижению коэффициента сопротивления воздуха C_x , так как данный вопрос имеет большие перспективы в дальнейшем своем развитии. Решается множество задач, связанных с такими важными показателями как: экономичность, экологичность и безопасность транспортных средств.

Список литературы

1. Евграфов А.Н., Высоцкий М.С. Аэродинамика колесного транспорта. Мн.: НИРУП «Белавтотракторостроение», 2001-368с.
2. Ковалевский Д.В., Евграфов А.Н. Аэродинамика и дизайн автомобиля // Сб.науч. тр. МГИУ. - М.: 1996.-С.69-73.
3. Королев Е.В., Тур Е.Я Об аэродинамике легкового автомобиля // Автомобильная промышленность. -1981.№1- С.38-39
4. Михайловский Е.В. Аэродинамика автомобиля. М.: Машиностроение, 1973.- 223с.
5. Sakhapov R., Absalyamova S. Fourth industrial revolution and the paradigm change in engineering education. В сборнике: MATEC Web of Conferences. Сер. "International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering, EECE 2018" 2018. С. 12003.

References

1. Evgrafov A.N., Vysotsky M.S. Aerodynamics of wheeled transport. Mn.: NIRUP "Belavtotraktorostroenie", 2001-368s.
2. Kovalevsky D.V., Evgrafov A.N. Aerodynamics and car design // Sb.nauch. tr. MGIU. - M.: 1996.-pp.69-73.
3. Korolev E.V., Tour E.Ya About the aerodynamics of a passenger car // Automotive industry. -1981.No.1- p.38-39
4. Mikhailovsky E.V. Aerodynamics of the car. M.: Mechanical engineering, 1973.- 223s.
5. Sakhapov R., Absalyamova S. Fourth industrial revolution and the paradigm change in engineering education. В сборнике: MATEC Web of Conferences. Сер. "International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering, EECE 2018" 2018. С. 12003.