

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Предмет: физика

Автор: Никонов Кирилл Юрьевич, ученик 5 класса

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №9»

Руководитель: Никонов Юрий Дмитриевич, учитель физики

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №9»

ВВЕДЕНИЕ

Меня всегда интересовал вопрос - какая машина быстрее: бмв или мерседес, киа или мицубиси. Наверное, слишком часто этот вопрос я задавал папе.

Однажды папа мне предложил найти ответ самому - провести исследование. Не секрет, что скорость движения машины зависит от множества факторов: двигателя, манеры езды водителя, качества топлива и многого другого, а вовсе не от марки автомобиля. Причем чем быстрее едет машина, тем большее сопротивление оказывает на него воздух. А что если скорости машин одинаковые? На какую из них будет действовать большое сопротивление?

Целью моего проекта стало экспериментальное определение аэродинамического сопротивления автомобилей на примере уменьшенных моделей игрушечных машин.

Для достижения цели поставил перед собой следующие **задачи**:

- 1) изучить информацию по теме аэродинамика автомобиля;
- 2) придумать установку для проведения экспериментов;
- 3) выполнить серию опытов;
- 4) выполнить необходимые расчеты;

5) провести анализ полученных данных;

б) сделать вывод.

Гипотеза: сила сопротивления воздуха на движущийся автомобиль зависит от формы автомобиля (обтекаемости).

Объект исследования: аэродинамика, **предмет исследования** - аэродинамическое сопротивление уменьшенных моделей (игрушечных) машин.

В проекте применялись следующие практические **методы исследования:** поисковый, анализ, эксперимент, измерение, моделирование, систематизация.

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Аэродинамика автомобиля — это раздел аэродинамики, изучающий аэродинамику автомобилей и другого дорожного транспорта. Главные цели автомобильной аэродинамики это:

- Уменьшение сопротивления воздуха и, как следствие, увеличение максимальной скорости и снижение расхода топлива.
- Снижение уровня шума.
- Предотвращение появления поднимающих сил (обеспечение прижимной силы) и других проявлений аэродинамической неустойчивости.
- Оптимизация процесса охлаждения некоторых агрегатов автомобиля.
- Уменьшение загрязнения дорожной грязью стёкол, некоторых элементов охлаждения и воздушного фильтра автомобиля.

Наземный транспорт имеет особые ограничения во внешнем виде, связанные с высокими требованиями безопасности.

$$F = C_x \frac{\rho V^2}{2} S$$

Сила сопротивления воздуха вычисляется по формуле:

где S – площадь поперечного сечения (м^2), V – скорость воздушного потока (м/с), ρ – плотность воздуха ($1,23 \text{ кг/м}^3$), C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления. То есть повлиять на величину силы при заданной скорости

можно только двумя путями: изменив либо C_x , либо площадь S . Коэффициент C_x зависит от формы автомобиля: чем он меньше, тем меньше лобовое сопротивление движению автомобиля и меньше расход топлива при прочих равных условиях. Коэффициент аэродинамического сопротивления современных легковых серийно выпускаемых автомобилей лежит в пределах от 0,2 до 0,35. У грузовых автомобилей и внедорожников, из-за плохо обтекаемого воздухом массивного кузова — до 0,5 и более [4].

Наличие силы сопротивления воздуха объясняется тем, что при движении автомобиль сжимает воздух, находящийся перед ним, и там образуется область повышенного давления, и разрежает воздух позади себя, где образуется область пониженного давления. Существует также сила поверхностного трения, возникающая из-за трения между неровностями поверхности автомобиля и воздухом. Внутренние объемы автомобиля также оказывают влияние на коэффициент сопротивления, и, следовательно, на силу сопротивления воздуха.

Аэродинамика автомобилей изучается двумя основными методами — испытаниями в аэродинамической трубе и компьютерным моделированием. Аэродинамические трубы для испытания автомобилей иногда оснащаются подвижной дорожкой, имитирующей движущееся дорожное полотно. Кроме того, колеса испытываемого автомобиля приводятся во вращение. Эти меры принимаются для того, чтобы учесть влияние дорожного полотна и вращающихся колес на потоки воздуха.

Опытами в аэродинамической трубе установлено, что наибольшее сопротивление воздух оказывает при движении плоского прямоугольного щита (рис. 1). Если взять конус, обращенный острием к потоку воздуха, то сопротивление уменьшится вдвое. Более острый конус, снабженный сзади полусферой, уменьшает сопротивление в 10 раз. Если же тело будет иметь форму капли, то сила сопротивления уменьшится в 25 раз. Приведенные данные показывают, какое большое значение имеет форма движущегося тела.

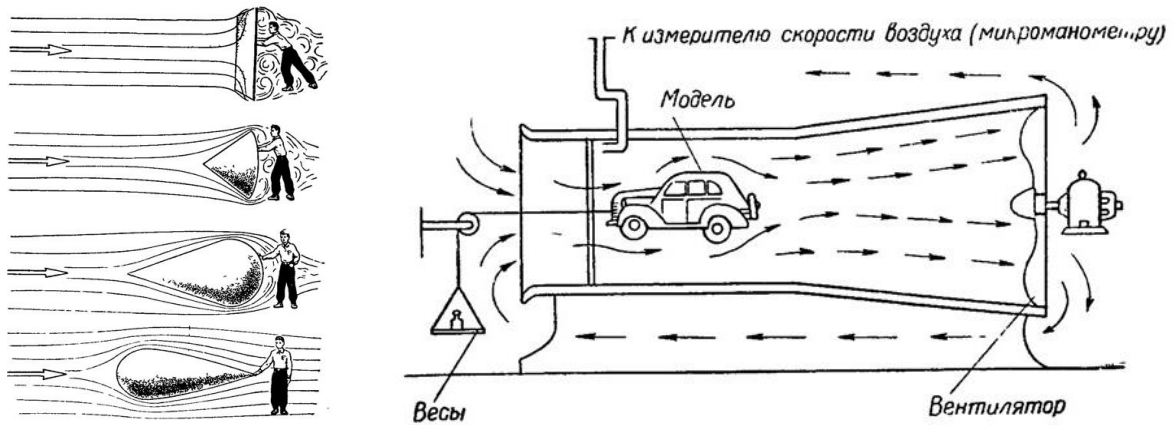


Рис.1. Сопротивление воздуха в зависимости от формы тела. Аэродинамическая труба.

Турбулентность — явление, заключающееся в том, что, обычно, при увеличении скорости течения жидкости или газа в среде самопроизвольно образуются беспорядочные потоки среды. Лобовое сопротивление — сила, препятствующая движению тел в жидкостях и газах. Сила сопротивления всегда направлена против скорости движения тела. Лобовое сопротивление меньше у автомобиля с обтекаемым корпусом. Но такой корпус слишком длинный, а попытки его укоротить с помощью более крутого заднего скоса приводят к резкому увеличению сопротивления (Рис.2).

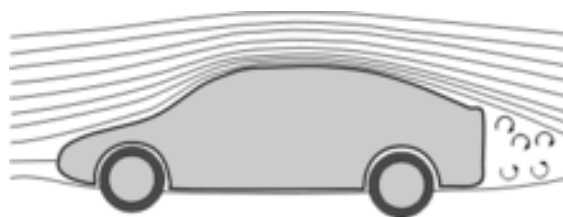


Рис.2. Потоки среды (воздуха). Круговые стрелки обозначают зону турбулентности [8].

Главным аэродинамическим качеством автомобиля является — сила лобового сопротивления воздуха, которая оказывает препятствие движению. Для её измерения используют аэродинамическую трубу — устройство, предназначенное для моделирования воздействия среды на движущиеся в ней тела.

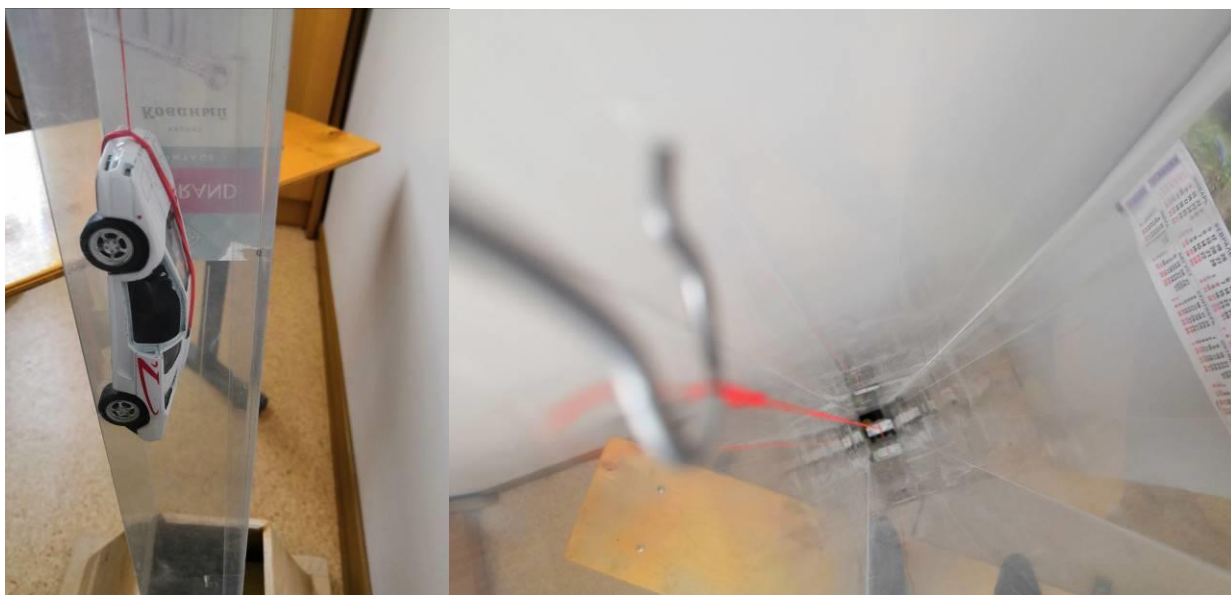


Рис.3. Экспериментальная установка. Уменьшенная модель в аэродинамической трубе.

Для проведения экспериментов мы использовали аэродинамическую трубу, которая была в школьном технопарке (Рис.3). Ее можно отнести к самой простой трубе – наддувающей. Она состоит из вентилятора (компьютерного кулера) в основании и длинной (160 см) пластиковой прозрачной трубы с квадратным сечением (6х6 см). Вентилятор нагнетает воздух в трубу, где находится модель исследуемого автомобиля, тем самым создаётся эффект движения тела в воздухе с большой скоростью.

Силу лобового сопротивления воздуха, которая действует на движущуюся модель автомобиля мы решили измерять физическим динамометром. Динамометр с пределом 5 Н не подошел, так как сила сопротивления мала и показания прибора практически не менялись (Рис.4). Измерить силу сопротивления удалось с динамометром с верхним пределом 1 Н.



Рис.4. Измерение силы лобового сопротивления воздуха на модели автомобилей.

Эксперимент состоял из нескольких шагов:

1. Мы подвесили игрушечную машинку на динамометр и закрепили в верхней части трубы. Измерили значение веса P_1 .
2. Включили вентилятор в трубе, заметили уменьшение веса машинки. Записали новое значение веса P_2 .
3. Очевидно, что уменьшение веса машинки произошло из-за воздействия потока воздуха. Силу лобового сопротивления определил $F_{\text{сопр}} = P_1 - P_2$.
4. Повторил шаги 1, 2 и убедился, что P_1 и P_2 такие же как в первом опыте.
5. Провел опыты с другими моделями автомобилей.









Рис.5. Измерение длины контура модели в наибольшем сечении.

Из формулы силы сопротивления воздуха следует, что сила зависит от площади поперечного сечения автомобиля. Для оценки площади мы измерили длину контура в самом большом сечении каждой машинки (Рис.5).

Полученные значения занесли в таблицу 1.

Таблица 1. Экспериментальные данные.

№ автомобиля	l длина контура, см	Вес P_1 , Н	Вес P_2 , Н	$F_{сопр} = P_1 - P_2$, Н
1. 	12,5	0,81	0,79	0,02
2. 	15,0	0,99	0,98	0,01
3. 	14,1	0,87	0,85	0,02
4. 	14,0	0,96	0,93	0,03

5.		16,1	0,91	0,87	0,04
6.		16,2	0,97	0,93	0,04

Заключение

В ходе проведенной работы изучил аэродинамику автомобилей, подготовил установку для проведения опытов, выполнил необходимые расчеты и экспериментально определил аэродинамическое сопротивление автомобилей на примере уменьшенных моделей игрушечных машин.

Опыты показали, что на машины №2, 3, 4 действует наименьшая сила сопротивления, а наибольшая – на №5, 6.

Хотя наименьшее сечение у модели №1, но сила сопротивления воздуха действует не меньше, чем на модели №2, 3, 4 с большим сечением. Самую обтекаемую форму имеет модель №2, на нее действует наименьшая сила сопротивления воздуха.

Убедился, что сила лобового сопротивления воздуха на движущийся автомобиль зависит от формы автомобиля (обтекаемости).

Опыты, проведенными учеными показывает, что наименьшее сопротивление имеет тело каплевидной формы. Но такая форма сильно вытянутая и неприемлема для наземного транспорта, который имеет особые ограничения во внешнем виде, связанные с высокими требованиями безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Аэродинамика автомобиля [Электронный ресурс] // Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэродинамика_автомобиля (дата обращения: 5.11.2020).
2. Аэродинамика автомобиля [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://carlines.ru/modules/Articles/topics.php?topic_id=23 (дата обращения: 5.11.2020).
3. Аэродинамика автомобиля [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.autotechnic.su/technology/aero/aero.html> (дата обращения: 5.11.2020).
4. Как работает аэродинамика в Формуле 1. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=v5Fu38uKPf0> (дата обращения: 5.11.2020).
5. Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_аэродинамического_сопротивления_автомобиля (дата обращения: 5.11.2020).
6. Схемы компоновки агрегатов гоночных автомоделей. Сайт для моделлистов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.modelizd.ru/auto/racing/shemy-komponovki-agregatov-gonochnyh-avtomodeley> (дата обращения: 5.11.2020).
7. Что влияет на расход топлива авто [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://amastercar.ru/articles/body_of_car_1.shtml (дата обращения: 5.11.2020).
8. Потoki среды (воздуха) [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Auto_stromlinien.gif?uselang=ru (дата обращения: 5.11.2020).