

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ВЕНТИЛЯЦИИ САЛОНА АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА

И.С. Водянов, В.Н. Каледа, А.С. Буйдин, С.С. Колпаков

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

В статье проведён анализ потерь мощности на преодоление силы аэродинамического сопротивления при открытых окнах автомобиля и на привод кондиционера при закрытых окнах. Указана экономия топлива для некоторых марок автомобилей при разных режимах вентиляции. Приведён расчёт скорости, для которой потери на преодоление силы сопротивления воздуха сравниваются с потерями на привод компрессора.

Ключевые слова: автомобиль, энергия, воздух, топливо, окно, кондиционер, скорость.

Производители автомобилей постоянно стараются повысить комфортабельность салона автомобиля. Первые автомобили были открытыми и не защищали пассажиров от непогоды. Автомобили 20-х гг. уже имели крышу, которая защищала пассажиров на задних сидениях. Автомобили с закрытым кузовом и отапливаемым салоном появились в 1950 г. В 70-е гг. стали широко применяться автомобильные кондиционеры. [1]

Современные системы вентиляции и отопления стали более совершенными и производительными, но они всё равно требуют затрат энергии, которые в итоге приводят к дополнительному расходу топлива.

Также при увеличении скорости движения растёт доля мощности, отбираемой от двигателя, расходуемой на преодоление сопротивления воздуха. Следовательно, снижение сопротивления воздуха позволяет улучшить экономические, экологические, скоростные показатели автомобиля. [2]

На величину силы сопротивления воздуха влияет бесчисленное множество параметров, включая степень открытия боковых стёкол. При опускании стёкол дверей и открывании поворотных форточек в окнах дверей происходит естественная вентиляция кузова. [3] В жаркую погоду это необходимо, так как климат в автомобиле напрямую влияет на самочувствие водителя, а, стало быть, и на безопасность при вождении отдельной машины, на безопасность движения в целом на дороге. [4]

Альтернативой данному способу вентиляции является применение кондиционера, который имеет более тонкую настройку параметров: очистка воздуха в салоне, ионизация, осушение и т.д. [5]

За индивидуальный климат приходится платить. Как показали исследования, проводившиеся швейцарскими специалистами, при включенном кондиционере падение мощности мотора обычно колеблется в интервале от 5 до 10%. [6]

В итоге водитель должен выбрать оптимальный способ вентиляции салона: открыть окна или включить кондиционер. Потеря мощности двигателя в первом случае обуславливается увеличением аэродинамического сопротивления автомобиля, во втором – питанием компрессора климатической установки. С экономической точки зрения отличие между ними состоит в том, что расходуемая мощность компрессором практически постоянна, а мощность, расходуемая на преодоление дополнительного сопротивления воздуха, зависит от скорости движения автомобиля.

В связи с этим необходимо определить критическую скорость $v_{кр}$, при которой потери на преодоление силы сопротивления воздуха P_v сравняются с потерями на привод компрессора P_k . При дальнейшем увеличении скорости движения значение P_k будет оставаться постоянным, в то время как значение P_v продолжит увеличиваться по кубическому закону, а значит, целесообразнее закрыть окна и включить систему кондиционирования.

Сила сопротивления воздуха будет определяться следующим образом [2]:

$$F_v = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot V_a^2 \quad (1),$$

где C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля; S - площадь миделя, m^2 ; ρ - плотность воздуха, kg/m^3 V_a - скорость автомобиля, m/s .

При этом мощность потерь составит

$$P_v = F_v \cdot V_a = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot V_a^3 \quad (2).$$

Критическую скорость стоит определять из равенства мощностных потерь между двумя способами вентиляции салона, отводимых как на преодоление сил трения воздуха, так и на привод компрессора. При этом подразумевается, что во время работы кондиционера окна закрыты, а при открытых окнах кондиционер выключен.

При опущенных боковых стеклах аэродинамическое сопротивление легкового автомобиля увеличивается на 8,3%, [7] то есть в этом случае коэффициент аэродинамического сопротивления будет составлять $1,083 \cdot C_x$. Мощность, потребляемая компрессором, составляет 5 - 10% от мощности двигателя $P_{дв}$ [6], то есть $P_k = (0,05...0,1) \cdot P_{дв}$.

Тогда

$$0,5 \cdot 1,083 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v_a^3 = 0,5 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot v_a^3 + (0,05...0,1) \cdot P_{дв} \quad (3)$$

и критическая скорость определится как

$$v_{кр} = v_a = \sqrt[3]{\frac{(0,05...0,1) \cdot P_{дв}}{0,083 \cdot C_x \cdot S \cdot \rho_v}}, \text{ м/с. (4)}$$

Российский журнал «За рулём» провёл тесты, результаты которого приведены в таблице 1 [8].

Таблица 1

Автомобиль	Скорость автомобиля, км/ч	Режим	Расход топлива, л/100км	Критическая скорость, км/ч
Форд-Фокус 1,8 TDCi	90	Открыты окна	3,9	Около 120
	110		5,35	
	90	Включён кондиционер	4,8	
	110		5,7	
ВАЗ-1117 «Лада-Калина»	90	Открыты окна	6,5	Около 130
	110		8,95	
	90	Включён кондиционер	7,4	
	110		9,3	

Таким образом, выбор оптимального варианта вентиляции салона позволит сэкономить на Форд-Фокусе на скорости 90 км/ч 0,9 л/100км, на скорости 110 км/ч 0,65 л/100км, а на «Калине» на скорости 90 км/ч 0,9 л/100км, на скорости 110 км/ч 0,35 л/100км.

Выигрыш в топливе замечен при длительных поездках. Однако не стоит забывать и о других достоинствах и недостатках режимов вентиляции салона. Так на больших скоростях при открытых окнах в кабине наблюдаются высокий уровень шума, сильный ветер, а чистота воздуха оставляет желать лучшего на оживлённых автодорогах. Кондиционер также может повлиять на здоровье человека: испаритель является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Он, как любая система, требует технического обслуживания и, при необходимости, ремонта.

Для комфортной езды водитель должен учесть перечисленные факторы и выбрать лучший для себя вариант охлаждения воздуха в салоне в жаркую погоду.

Список использованных источников.

1. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М. 000 «Книжное издательство «За рулем», 2005 – 336 с: ил.
2. Бернацкий, В.В. Аэродинамика автомобиля. Методы испытаний. 2015 – 152 с.

3. Вахламов, В. К. Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/В.К.Вахламов, М.Г.Шатров, А.А.Юрчевский; Под ред. А.А.Юрчевского. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 816с.
4. Митин М. А., Пчелинцев Н. И. Климатическая система в современном автомобиле – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013 – 72 с.: ил. – (Серия «Ремонт», выпуск 127).
5. Андрей Кашкаров. Автомобильные кондиционеры. Установка, обслуживание, ремонт. 76 с.
6. <https://zabarankoi.mirtesen.ru>.
7. Е. В. Королев, А. В. Балыкин, С. И. Корженовский. Влияние параметров положения на аэродинамику легкового автомобиля. Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный инженерно-экономический институт. 2011.
8. <https://www.zr.ru>.

THE CHOICE OF OPTIMAL AIRING METHOD OF A CAR INTERIOR ACCORDING TO THE SPEED MODE

I.S. Vodyanov, V.N. Kaleda, A.S. Buydin, S.S. Kolpakov

*FSBEI HE "Penza State University"
Penza, Russia*

The article analyzes the power losses to overcome aerodynamic resistance with open windows and to gear an air conditioner with closed windows. There are fuel economy for some car brands with different ventilation modes, the calculation of the speed for which the losses to overcome the air resistance force will be equal to the losses to the compressor gear.

Keywords: car, energy, air, fuel. window, conditioner, speed.

УДК 621.351

ПРЕИМУЩЕСТВА И РАБОТА ПРОТОЧНОГО АККУМУЛЯТОРА

И.С. Водянов, А.А. Войнов

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

В статье обозначена актуальность использования проточного аккумуля-