

ков, больших чем 350 мА;

На рисунке 6 приведена схема включения задних габаритных огней с драйвером NCV7680 той же фирмы ONsemiconckuctor.

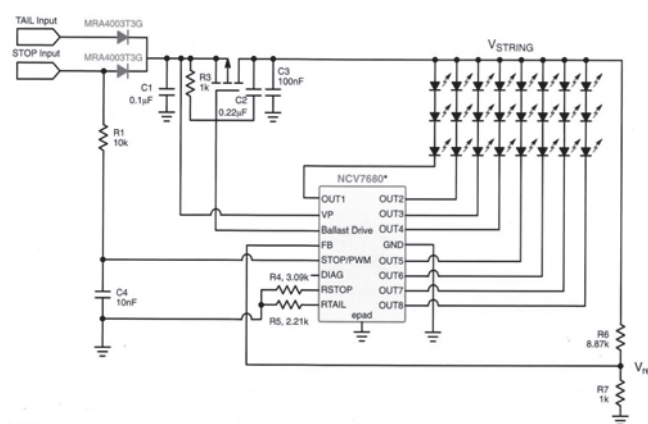
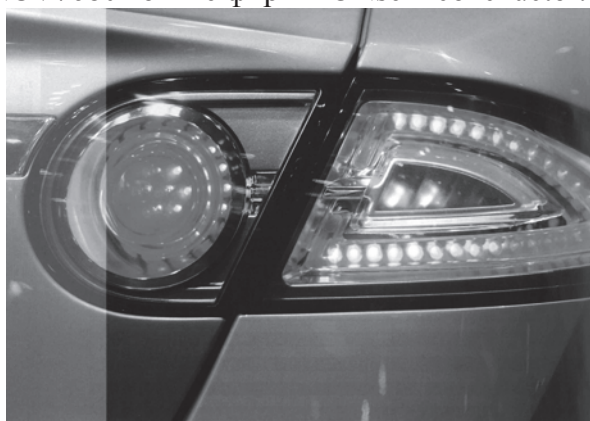


Рисунок 6. Схема включения задних габаритных огней

Приведенные в статье материалы по светодиодам и конструктивным решениям систем освещения, по мнению авторов, могут быть полезны студентам-дипломникам, аспирантам и специалистам промышленности АТЭ при проектировании и разработке современных автомобильных и тракторных систем освещения.

Литература

1. Чижков Ю.П., Акимов С.В. Электрооборудование автомобилей: Учебник для ВУЗов – М:Издательство “За рулем”. 2005 – 335 с.
2. Справочник по светотехнике под ред. Ю.Б. Айзенберга, 3-е изд. перераб. и доп. – М: Издательство “Знак”. 2007 – 972 с.
3. Справочник по устройству электронных приборов автомобилей. Часть 4. Системы освещения. А.Г. Ходосевич, Т.И. Ходосевич – М: Издательство “Антелком”. 2005 – 192 с.
4. Набоких В.А. Электрооборудование автомобилей и тракторов. Учебник для студентов среднего профессионального образования. – М: Издательство “Академия”. 2011 – 400 с.

Аэродинамическое сопротивление радиатора в неравномерном потоке воздуха

к.т.н. доц. Петров А.П.

Курганский государственный университет

alex_p2@mail.ru

Аннотация. Неравномерное распределение скорости охлаждающего воздуха по фронтальной поверхности радиатора приводит к увеличению его аэродинамического сопротивления. В статье анализируются факторы, влияющие на увеличение аэродинамического сопротивления радиатора под воздействием неравномерного потока воздуха. Степень изменения аэродинамического сопротивления зависит от аэродинамических свойств сердцевины радиатора, а именно от кривизны графика аэродинамической характеристики радиатора и неравномерности поля скоростей воздуха по фронту радиатора. В реальных условиях эксплуатации увеличение сопротивления радиатора может быть более 20 %.

Ключевые слова: радиатор, поток воздуха, неравномерное распределение скорости воздуха по фронту, аэродинамическое сопротивление радиатора.

Радиатор систем охлаждения, установленный на автомобиль, имеет большее аэродинамическое сопротивление, чем оно было определено на стенде в лабораторных условиях, при одинаковых расходах воздуха. Дело в том, что в реальных условиях эксплуатации через радиатор проходит поток воздуха с неравномерно распределенной скоростью по фронту. Мало кто обращает внимание на это, считая, что это вызвано другими элементами воздушного

тракта системы охлаждения. На самом деле эту проблему игнорировать нельзя, поскольку в некоторых случаях происходит значительное увеличение сопротивления радиатора, тем более когда сопротивление радиатора составляет большую часть общего сопротивления воздушного тракта.

Аэродинамическое сопротивление радиатора в реальных условиях может быть определено из выражения:

$$\Delta P = \Delta P_0 \cdot k_{\zeta},$$

где: ΔP_0 - аэродинамическое сопротивление радиатора при равномерном поле скоростей потока воздуха по его фронтальной поверхности; k_{ζ} - коэффициент изменения аэродинамического сопротивления радиатора (для радиаторов k_{ζ} всегда больше единицы).

Неравномерность воздушного потока оценивается среднеквадратическим отклонением скорости воздуха по фронту радиатора:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (V_i - V_0)^2}{m - 1}},$$

где: V_i — локальные скорости воздуха на i -элементе; V_0 — средняя скорость воздуха по фронту радиатора; m — количество элементарных участков, на которых измерялась скорость.

Увеличение аэродинамического сопротивления радиатора обусловлено двумя факторами: тем, что его аэродинамическая характеристика (зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления радиатора ζ от скорости воздуха V_0 , проходящего через него) нелинейная, и тем, что падение давления ΔP на радиаторе также имеет нелинейный характер.

Исследования были выполнены для радиаторов, характеристики которых имели принципиальные отличия друг от друга. Это было необходимо для того, чтобы выяснить, какие аэродинамические параметры и как они влияют на изменение аэродинамического сопротивления радиаторов под воздействием неравномерно распределенного потока воздуха. Коэффициент аэродинамического сопротивления радиаторов от скорости воздуха имеет степенную зависимость $\zeta = a \cdot V^{-n}$ (рисунок 1, а). Коэффициент a определяет положение графика по высоте, показатель степени n определяет степень кривизны графика. На рисунке графики имеют разные коэффициенты и показатели степени. Как видно, чем больше n , тем больше кривизна линий. При показателе степени равном 0,1 график имеет наименьшую кривизну и наоборот, когда $n=1$ кривизна максимальная.

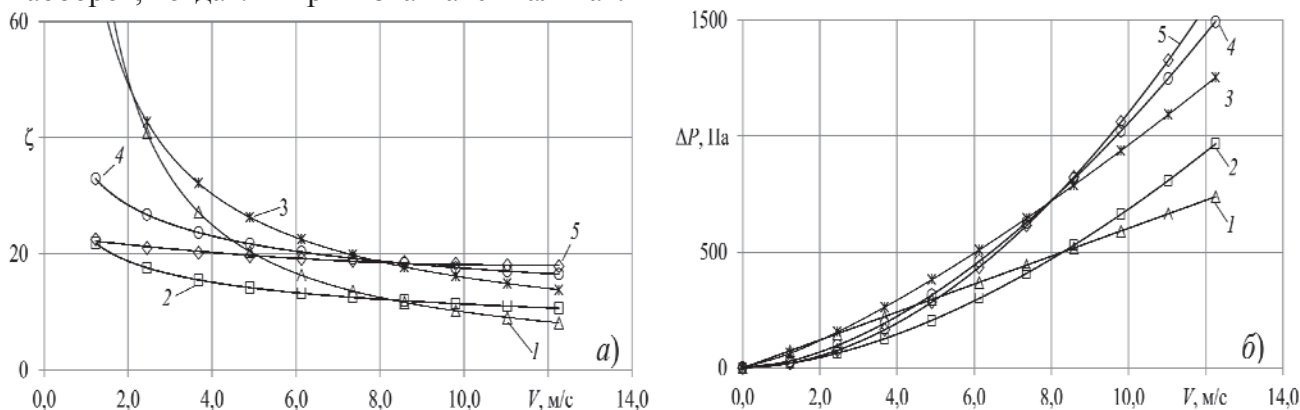


Рисунок 1. Зависимость коэффициента аэродинамического сопротивления радиатора ζ и падения давления на радиаторе ΔP от скорости воздуха V , протекающего через радиатор: 1 — $\zeta=100V^{-1}$; 2 — $\zeta=23V^{-0,3}$; 3 — $\zeta=80V^{-0,7}$; 4 — $\zeta=35V^{-0,3}$, 5 — $\zeta=23V^{-0,1}$

Коэффициент аэродинамического сопротивления радиатора ζ характеризует аэродинамические свойства его сердцевины. Аэродинамическое сопротивление радиатора (потеря напора) ΔP (рисунок 1, б) является вторым фактором, влияющим на изменение его аэродинамического сопротивления из-за неравномерного распределения воздушного потока по фронту. Аэродинамическое сопротивление зависит от коэффициента аэродинамического сопро-

тивления и скорости воздуха во второй степени

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho V^2}{2}.$$

Как видно на рисунке 1, по мере уменьшения n графики $\zeta(V)$ увеличивают кривизну, а графики $\Delta P(V)$ выпрямляются. При $n=1$ график $\zeta(V)$ имеет наибольшую нелинейность, а график $\Delta P(V)$ имеет линейную зависимость. Такая взаимосвязь между представленными факторами объясняется тем, что

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho V^2}{2} = a V^{-n} \frac{\rho V^2}{2} = a \frac{\rho V^{2-n}}{2}.$$

Исследования были проведены с помощью программного модуля Computational Fluid Dynamics (CFD), предназначенного для решения задач аэро- и гидродинамики.

Для того чтобы выявить факторы, влияющие на изменение аэродинамического сопротивления радиатора под воздействием неравномерного потока, характеристики радиаторов моделировались определенным образом. Были взяты два радиатора (рисунок 1, графики 2 и 4), имеющие характеристику с одинаковым показателем степени $n=0,3$ и коэффициентами $a=23$ и $a=35$. Эти графики $\zeta(V)$ имеют одинаковую кривизну и поэтому идут параллельно друг другу. Еще две характеристики (графики 2 и 5) имеют одинаковый коэффициент $a=23$, но разные показатели степени 0,3 и 0,1. График 5 имеет наименьший показатель степени, и поэтому график имеет наименьшую кривизну.

Для проведения численного эксперимента была создана модель аэродинамической камеры, представляющая собой канал сечением $0,34 \times 0,48$, соответствующий поперечному сечению сердцевины радиатора. Это исключало возможность дополнительной деформации потока воздуха в поперечном сечении радиатора вследствие сужения и расширения потока воздуха. Камера имела достаточно большую длину - 4,8 м для того, чтобы избежать деформации потока воздуха при входе и выходе из камеры. Модели радиаторов размещались на расстоянии 2,8 м от переднего края камеры. Неравномерность воздушного потока по фронту радиатора создавалась с помощью круглого отверстия (диафрагмы) сечением 0,25 м, выполненного на поперечной перегородке, устанавливаемой в камере. Для моделирования распределения скорости воздуха по фронту радиатора перегородка с отверстием устанавливалась на разном расстоянии от радиатора.

Через камеру задавался определенный расход воздуха, одинаковый для всех вариантов. Смысл эксперимента заключался в том, что в воздушном канале последовательно установлены два местных сопротивления, диафрагма и радиатор. Поскольку расход воздуха одинаковый, то падение давления на диафрагме всегда будет постоянно, независимо от того, на каком расстоянии от радиатора она установлена (в диапазоне проведенных исследований). Таким образом, можно наблюдать, как будет меняться падение давления на радиаторе вследствие неравномерного распределения скорости потока воздуха по фронтальной поверхности радиатора.

За точку отсчета брался вариант при максимальном удалении диафрагмы от радиатора. Влияние диафрагмы на таком расстоянии на распределение скорости воздуха по фронту радиатора практически равно нулю. Этот вариант соответствовал равномерному распределению скорости воздуха, и падение давление на радиаторе соответствовало ΔP_0 . Во всех остальных случаях, т.е. при других положениях диафрагмы, наблюдалось неравномерное распределение скорости воздуха (рисунок 2), что соответствовало увеличившемуся падению давления ΔP . Коэффициент изменения аэродинамического сопротивления радиатора определялся по формуле $k_\zeta = \Delta P / \Delta P_0$. Во всех случаях расход воздуха через радиаторы был задан $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

На рисунке 3 представлены результаты проведенного численного эксперимента. Гипотеза о том, что радиатор, имеющий линейную функцию $\Delta P(V)$, не чувствителен к неравномерно распределенной скорости воздуха по его фронту, т.е. его аэродинамическое сопротивление не зависит от неравномерности поля скоростей, была подтверждена (график 1). Как

видно по рисунку, небольшое увеличение аэродинамического сопротивления все же имеется, но это вызвано уже другими обстоятельствами, а именно асимметричным распределением скорости (в данном случае происходит отклонение от нормального закона распределения).

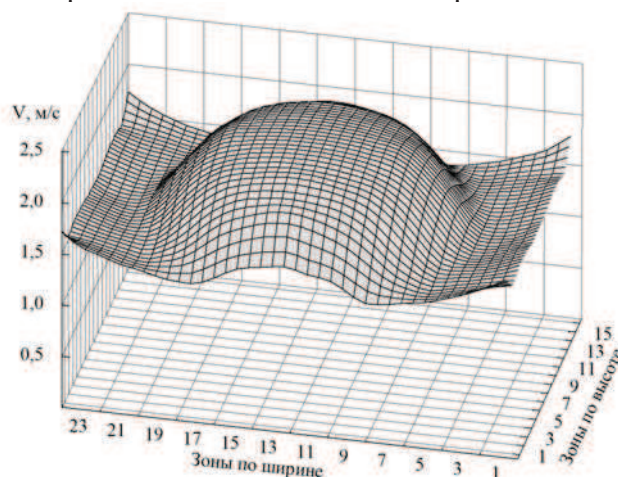


Рисунок 2. Эпюра поля скоростей по фронту радиатора при расстоянии до диафрагмы 140 мм (радиатор 2, $\sigma=0,3$ м/с)

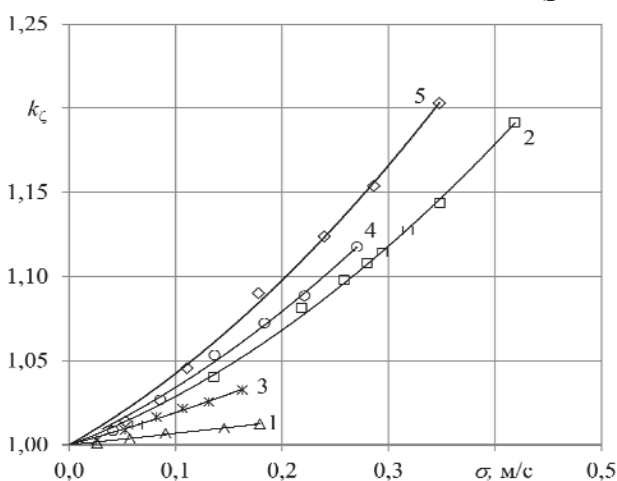


Рисунок 3. Зависимость коэффициента изменения аэродинамического сопротивления радиаторов k_z от среднеквадратического отклонения скорости воздуха по фронту радиатора σ (обозначения радиаторов соответствуют рисунку 1)

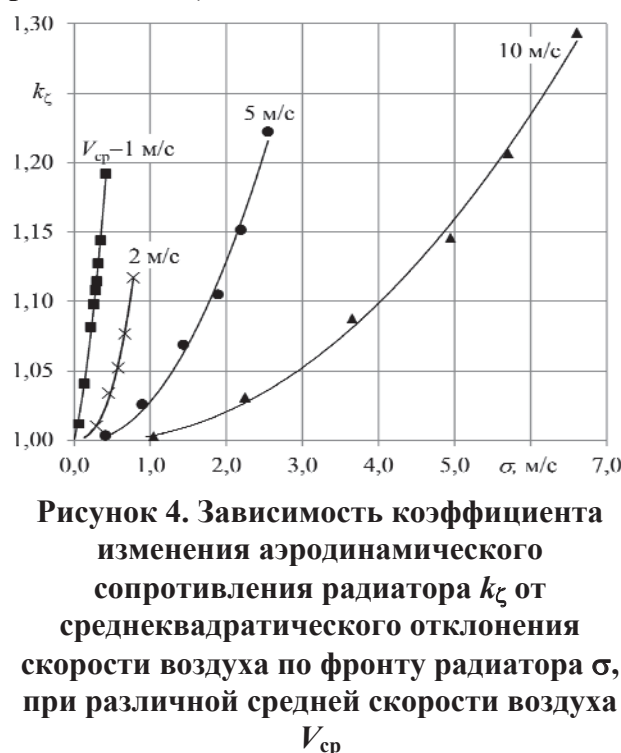


Рисунок 4. Зависимость коэффициента изменения аэродинамического сопротивления радиатора k_z от среднеквадратического отклонения скорости воздуха по фронту радиатора σ , при различной средней скорости воздуха V_{cp}

У функции 3 показатель степени $n=0,7$ (функция $\Delta P(V)$ близка к линейной), поэтому увеличение аэродинамического сопротивления радиатора под воздействием неравномерного потока будет небольшим (рисунок 3). Остальные радиаторы в значительной мере подвержены влиянию неравномерности поля скоростей воздуха по фронту. Радиаторы 2 и 4 имеют одинаковую кривизну графиков функции $\zeta(V)$, но у радиатора 4 коэффициент a больше чем у радиатора 2, и поэтому он более чувствителен к изменению неравномерности поля скоростей. Радиаторы 2 и 5 имеют одинаковый коэффициент $a=23$, но у радиатора 5 самый маленький показатель степени $n=0,1$, поэтому у него самая большая чувствительность к неравномерности поля скоростей.

Задачей следующего численного эксперимента было установление связи между средней скоростью воздуха, проходящего через радиатор, и коэффициентом изменения аэродинамического сопротивления радиатора k_z при неравномерном поле скоростей. В эксперименте использовалась модель радиатора под номером 2. Эта модель эквивалентна серийному

трубчато-пластинчатому радиатору с шагом оребряющих пластин 1,45 мм.

На рисунке 4 представлены результаты этого эксперимента. Как видно, коэффициент k_c зависит не только от среднеквадратического отклонения скорости воздуха по фронту радиатора, но и от средней скорости воздуха проходящего через радиатор.

Результаты, полученные в результате проведения численных экспериментов, хорошо согласуются с натурными экспериментами и с расчетами, выполненными по специальной методике [1].

Радиатор, установленный на автомобиль, всегда обдувается неравномерным потоком воздуха, это связано с элементами конструкции воздушного тракта, находящимися на пути потока воздуха, это в первую очередь вентиляторная установка. На ранней стадии проектирования важно знать, каким будет сопротивление радиатора в реальных условиях эксплуатации. Как было сказано выше, для этого необходимо учитывать аэродинамические свойства сердцевин радиатора, прогнозируемую неравномерность поля скоростей по фронту радиатора и среднюю скорость охлаждающего воздуха.

Литература

1. Петров А.П., Петров К.А. Методика определения влияния неравномерности поля скоростей воздуха по фронту радиатора на коэффициент его аэродинамического сопротивления // Труды I Международного симпозиума. М.: РАН, 2010. Т.1: Фундаментальные проблемы науки. с. 63-71.

Многоуровневая комплексная система управления качеством электрооборудования на этапах жизненного цикла автомобиля

Пимкина Е.С., д.т.н. проф. Козловский В.Н., к.т.н. проф. Малеев Р.А.
ПВГУС, Университет машиностроения

8 (8482) 637734, katrinka_7777@mail.ru, 8 (8482) 637140, kozlovskiy-76@mail.ru

Аннотация. В работе приводится описание многоуровневой системы управления качеством продукции на этапах жизненного цикла на примере электрооборудования автомобилей.

Ключевые слова: система управления, качество, компьютерное моделирование, электрооборудование автомобилей.

Для создания системы управления, обеспечивающей описание и взаимодействие процессов производства и управления качеством продукции, необходимо создание принципиально новых структур, объединяющих в себе элементы математики, теории вероятностей, математической статистики и логики. В качестве связующего звена между ними должен выступать единый показатель, способный отразить характеристики качества (стабильности) технологического процесса изготовления.

Для решения проблемы повышения качества электрооборудования автомобилей нами разработана многоуровневая система управления структура. В качестве объекта исследования выступает технологический процесс изготовления электромеханических преобразователей (ЭП) как наименее надежных элементов системы электрооборудования автомобилей. Одной из наиболее важных причин низкой надежности ЭП является невысокая стабильность изготовления размерных параметров активной зоны. Именно процесс формирования размерных параметров активной зоны ЭП в системе управления осуществляется с помощью генератора случайных чисел.

На рисунке 1 приведен пример задания одного из входных параметров (длины полюса). Здесь в модуль вводится численное значение геометрического размера, нижний и верхний пределы поля допуска. В модуле производится расчет среднего значения размера и среднего квадратического отклонения (1) по ТУ:

$$\sigma = \frac{x_n + x_b}{6} \quad (1)$$