

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ, НАБЕГАЮЩИХ НА МАСШТАБНУЮ МОДЕЛЬ АВТОМОБИЛЯ, НА ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ НА ОСЯХ**

***Ключевые слова:** автомобиль, аэродинамические нагрузки, доли воздушных потоков, масштабная модель, момент тангажа, оси, угол наклона задней части.*

***Аннотация.** Приведены результаты серии трубных аэродинамических экспериментов с масштабными моделями автомобилей. Определены зависимости вертикальных нагрузок на осях моделей при изменении габаритных размеров, величины угла наклона задней части и смене передних сменных элементов.*

Вертикальные нагрузки, определенные на осях модели во время аэродинамических испытаний, несут информацию о суммарной подъемной силе, распределении ее по осям, о влиянии на величину момента тангажа. И то и другое изменяют параметры положения, что влияет на аэродинамические характеристики. Перераспределение набегающего на модель воздуха на боковые и профильные потоки зависит в первую очередь от внешней формы передней части. В профильном сечении увеличение высоты капота, уменьшение угла наклона лобового стекла, переход от капотной компоновки к однообъемной приводят к увеличению доли боковых воздушных потоков. К перераспределению потоков ведет и изменение формы автомобиля в плане. По результатам аэродинамических испытаний нами определено изменение соотношения верхнего профильного обтекания к боковому в следующем диапазоне – 0,23–1,25. Соотношение верхнего потока к нижнему подднищевому составляет – 1,0–2,5. Приведенные величины соотношений определены для масштабных моделей автомобилей с внешними формами передней части кардинально отличающимися от реальных. Модель с передним сменным элементом У имела форму в плане утюга. При такой форме происходило увеличение доли боковых воздушных потоков, обтекающих модель. Передний элемент W имел

примерно такую же внешнюю форму. Элемент К имел переднюю плоскую поверхность, расположенную перпендикулярно воздушному потоку. Высота этой поверхности равна высоте модели. Большинство вариантов моделей выполнены с плоскими боковыми поверхностями. Следовательно, вариант К имел форму параллелепипеда (кирпича). Под индексом Ст обозначен базовый вариант модели с передней формой, идентичной для автомобиля ВАЗ-2108. Однообъемная передняя часть Х с плавным переходом от бампера к крыше увеличивала долю верхнего воздушного потока.

Доли воздушных потоков при различных формах моделей определялись флюгерным способом, подсчетом числа шелковинок по направлениям. Число шелковинок, закрепленных в узлах координатной сетки, составляло 66 и более. Картина обтекания фиксировалась с разных позиций фото- и видеосъемкой. Погрешность такого способа достаточно велика, но других пока нет.

В аэродинамической трубе Т-1К КГТУ (КАИ) масштабные модели автомобиля закреплены на весах таким образом, что задняя державка, обычно, находится на задней вертикальной плоскости. Таким образом, вертикальная нагрузка, зафиксированная на этой державке, дает информацию о характеристике спутной струи. Эта информация дополняет сведения о вертикальных нагрузках на осях модели. Мы имеем представление о величине подъемной силы, ее распределении по осям и о величине давления в ближнем спутном следе в точке крепления задней державки.

Определим изменение распределения вертикальных аэродинамических нагрузок по осям модели при различных углах наклона верхней задней наклонной поверхности крыши.

Модель R имела плоские боковины и переменную длину. На модели устанавливались перечисленные выше сменные передние элементы. В первом режиме обтекания задней части модели R соотношение нагрузки на задней оси к нагрузке на передней линейно увеличивается (рис.1) с небольшим градиентом изменения. В этом же диапазоне изменения угла наклона  $\beta^0$  при установке двух ложных боковых моделей соотношение нагрузок увеличивается в 5 раз.

В зависимости от изменения угла наклона задней части модели величина отношения вертикальных нагрузок на осях модели при разных формах ее передней части является переменной величиной. Для формы, увеличивающей долю боковых потоков, отношение нагрузок изменяется по линейной зависимости с малым градиентом. Для модели с увеличением доли верхнего воздушного потока зависимость

имеет сложный характер. При значении угла наклона, близкому к оптимальному с позиций наименьшего сопротивления ( $\beta^0 = 10^0$ ), наблюдается переход от нулевого значения к значительному росту отношения вертикальных нагрузок.

Для базовой модели и варианта с присутствием ложных боковых моделей при увеличении угла  $\beta^0$  свыше 18 градусов наблюдается уменьшение соотношения вертикальных нагрузок (рис. 1, 2). Изменения происходят в основном за счет величины аэродинамической нагрузки на задней оси. При увеличении доли боковых воздушных потоков для модели Q отношение вертикальных нагрузок на осях изменяется практически линейно с изменением параметра  $\beta^0$ . Малая величина отношения указывает на равенство вертикальных сил на осях модели. С увеличением угла наклона задней части  $\beta^0$  рост вертикальной нагрузки P1 на передней оси незначителен. На задней оси нагрузка растет значительно, причем изменяясь от прижимной к подъемной. При определенном значении угла наклона  $\beta^0$  подъемная сила на задней оси отсутствует.

Характер изменения величин аэродинамических вертикальных нагрузок от переменного угла  $\beta^0$  при внешней форме передней части, увеличивающей долю боковых потоков, указывает на увеличение критического угла (рис. 3).

Для модели с передней частью, распределяющей набегающий на модель воздушный поток в сторону увеличения верхнего потока, градиент линейного изменения нагрузки от изменения угла наклона  $\beta^0$  на задней оси значительно больший, чем на передней оси. Абсолютная величина вертикальной нагрузки на передней оси модели уменьшается в сравнении с вариантами модели, имеющими преимущественное профильное обтекание, примерно в 5 раз. Для нагрузки на задней оси картина противоположна.

С увеличением доли верхнего потока растет величина отношения нагрузки на задней оси к нагрузке на передней оси. И это отношение растет в степенной функции с увеличением длины модели (рис. 4).

Абсолютная величина вертикальной нагрузки на передней оси у модели Q с преимущественным боковым обтеканием больше, но характер изменения с увеличением угла  $\beta^0$  одинаков с моделью, распределяющей поток в сторону увеличения верхнего потока. Увеличение подъемной силы на передней оси для модели с элементом Y происходит в большей степени за счет отрывных зон над передней частью. Характер

изменения вертикальной нагрузки на задней оси равный для обеих моделей, но абсолютная величина у второй больше.

При безотрывном течении верхнего воздушного потока наблюдается уменьшение нагрузки на передней оси (элемент X).

Изменение длины модели при разных передних формах вызывает степенное изменение нагрузки на передней оси.

С уменьшением длины модели нагрузка на передней оси растет, на задней – уменьшается.

Изменение ширины модели в значительном диапазоне можно трактовать как изменение распределения воздушных потоков. При увеличении ширины модели нагрузки на осях синхронно уменьшаются (рис. 5) после габаритов, соответствующих реальным объектам. На передней оси с изменением ширины модели (уменьшении доли боковых потоков) наблюдается увеличение прижимной силы. Вертикальная нагрузка на задней оси с увеличением ширины модели изменяется от подъемной в прижимную. Для реальных значений ширины модели на переднюю ось действует малая по величине прижимная аэродинамическая сила.

На рис. 6 представлено влияние высоты капота на распределение вертикальных нагрузок для модели Q. Высота изменялась при постоянном угле наклона плоскости капота до максимального значения (до высоты крыши). При максимальной высоте капота форма модели приближалась к форме модели K. Абсолютная величина отношения вертикальных нагрузок с увеличением высоты капота растет.

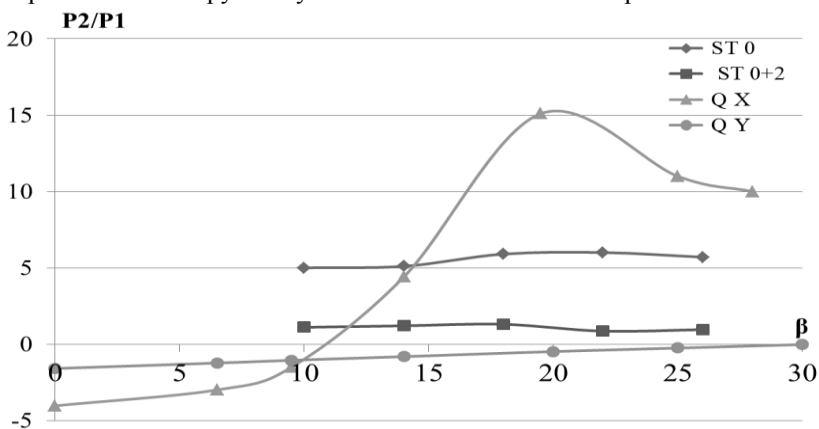


Рисунок 1 – Отношение нагрузок по осям для моделей 2108Q и R с разными передними элементами

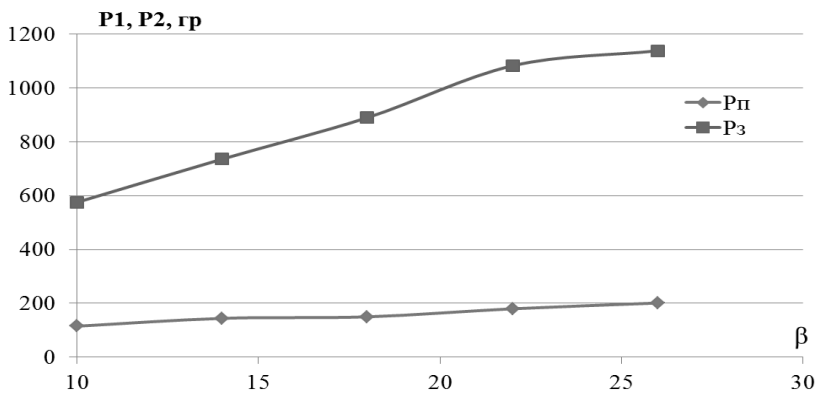


Рисунок 2 – Нагрузки по осям для модели R в базовом исполнении

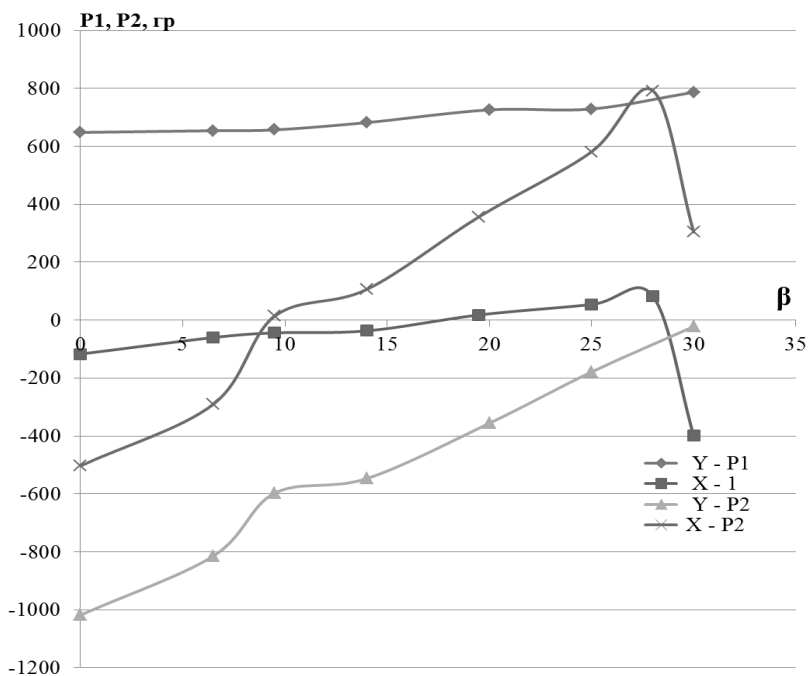


Рисунок 3 – Нагрузки по осям для модели 2108Q с разными передними элементами

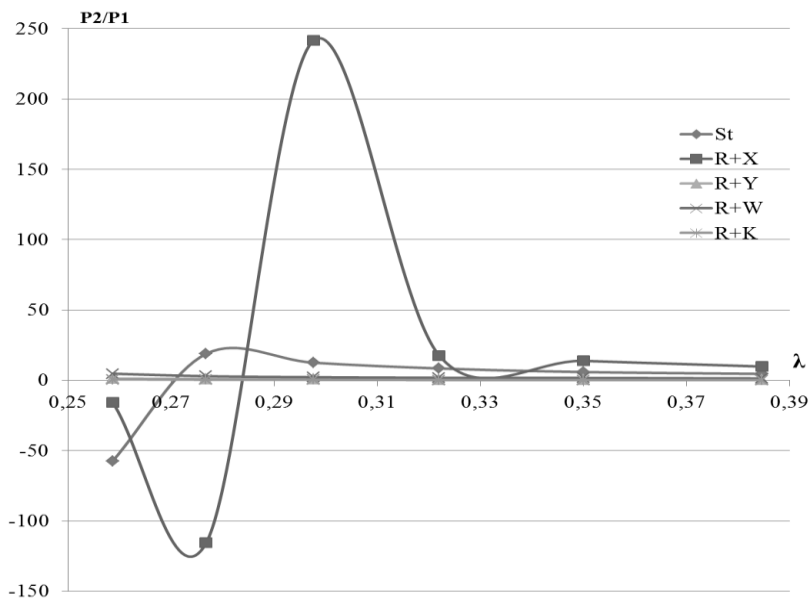


Рисунок 4 – Модель R с разными передними элементами

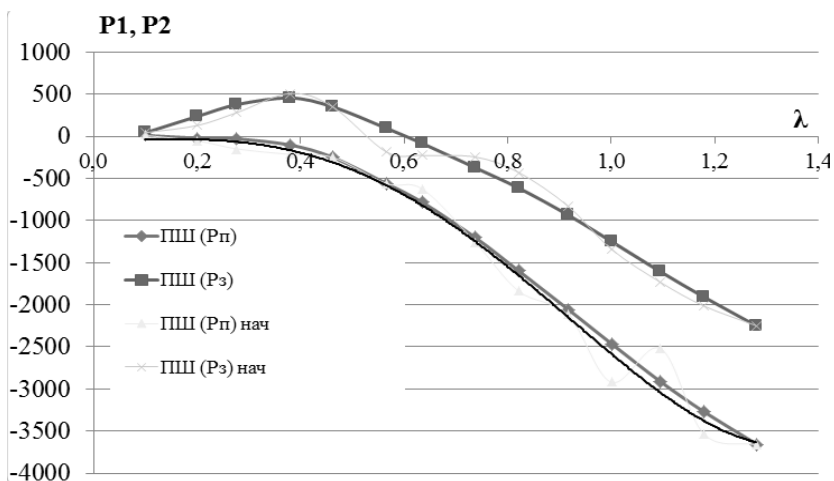


Рисунок 5 – Нагрузка по осям для модели ПШ

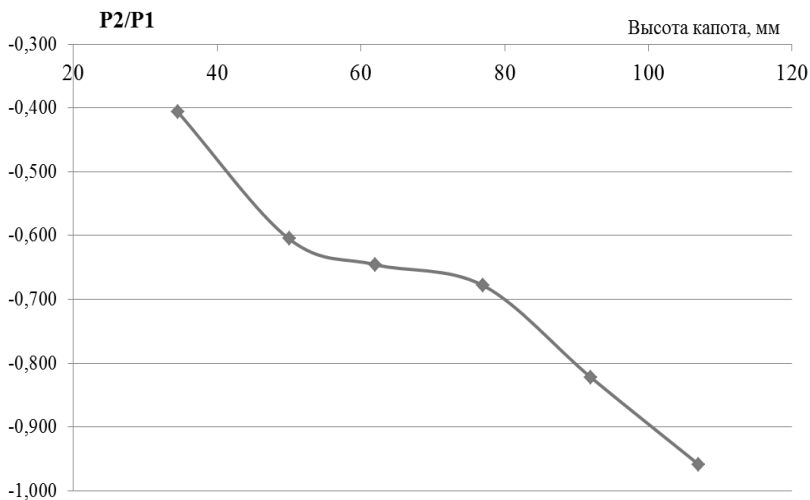


Рисунок 6 – Отношение нагрузок по осям для модели 2108Q

### **INFLUENCE REDISTRIBUTION OF AIR FLOW INCIDENT ON SCALE MODELS OF CARS ON THE VERTICAL LOAD ON THE AXLES**

***Keywords:** aerodynamic loads axis, car, scale model, the angle of inclination of back of portion, the pitching moment, the proportion of air flows.*

***Annotation.** The results of a series of aerodynamic tube of experiments with scale models of cars. The dependence of the vertical loads on the axles when changing model dimensions, the angle of inclination of the rear of the front and changing of replacement parts.*

---

**ГРИШИН НИКОЛАЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ** – старший преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

**GRISHIN NIKOLAI EVGENIEVICH** – chief teacher, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

**ЖАМАЛОВ РАФИК РАФАИЛЕВИЧ** – преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

**ZHAMALOV RAFIK RAFAILEVICH** – teacher, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

**КОРОЛЕВ ЕВГЕНИЙ ВИКТОРОВИЧ** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Тракторы и автомобили» ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

**KOROLEV EVGENIY VIKTOROVICH** – candidate of technical sciences, docent, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

**КОТИН АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ** – преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

**KOTIN ALEKSANDR IVANOVICH** – teacher, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

**ЛОПОТКИН АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ** – преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГБОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (triamur@mail.ru).

**LOPOTKIN ALEKSEI MIHAILOVICH** – teacher, Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (triamur@mail.ru).

---