

УДК 629.113.001: 629.114.2

Р.С. Ган (асп., каф. КГМ), В.Б. Проскуряков, д.т.н., проф.

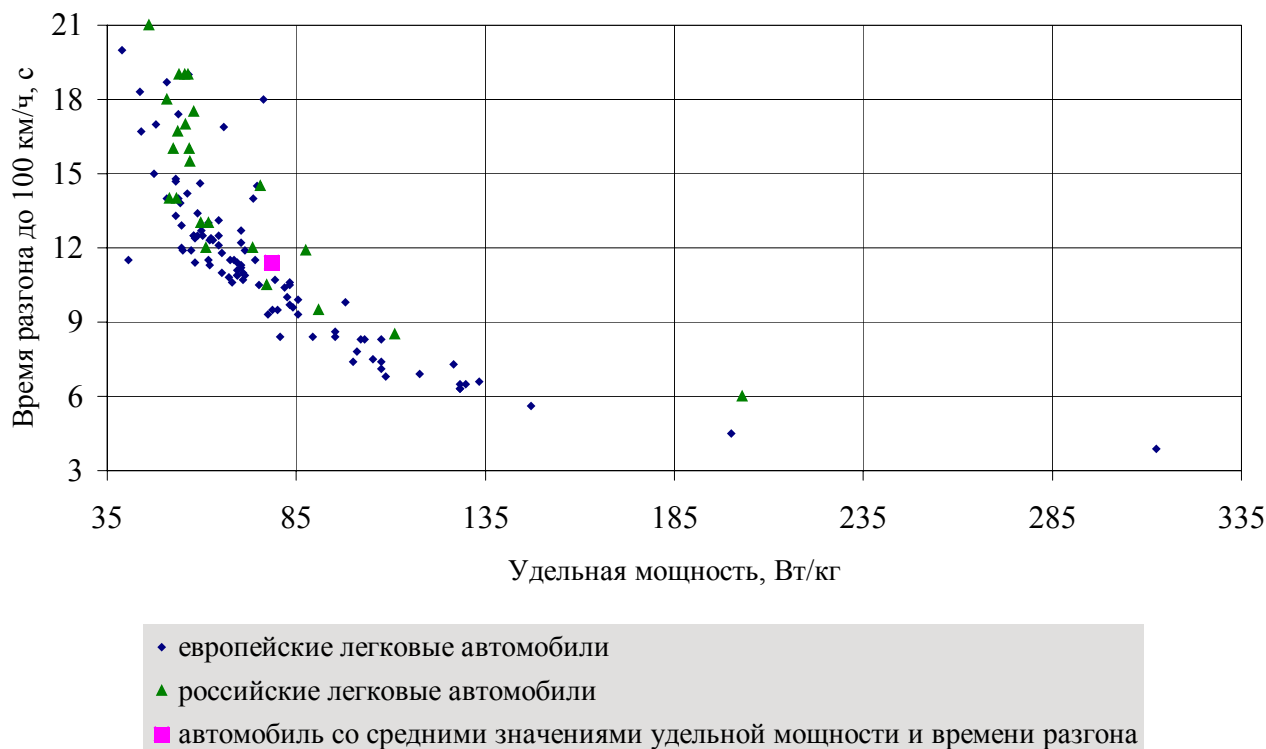
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

При проектировании автомобиля одной из важнейших задач является выбор оптимальной мощности двигателя, позволяющей добиться сочетания топливной экономичности с хорошими динамическими показателями машины. При решении этой задачи может быть полезным анализ мощности двигателей уже существующих современных автомобилей.

В качестве объекта исследования выбраны сто современных легковых автомобилей европейского производства. Анализ осуществляется по таким параметрам, как удельная мощность (мощность двигателя, приходящаяся на единицу массы автомобиля) и время разгона до 100 км/ч [1].

Целью исследования является определение средних значений вышеуказанных параметров и некоторого диапазона удельных мощностей, которые с одной стороны обеспечивают приемлемые динамические качества машины, а с другой — не ведут к чрезмерно высокому расходу топлива и неоправданному росту стоимости автомобиля.

Представим каждый из автомобилей в виде точки на плоскости в системе координат «удельная мощность – время разгона до 100 км/ч»:



Как видно из диаграммы, и удельная мощность, и время разгона до 100 км/ч изменяются в достаточно широких пределах. Точки, располагающиеся в левой верхней части диа-

граммы, соответствуют мало- и микролитражным автомобилям, а в правой нижней части – спортивным машинам. Математическое ожидание удельной мощности составляет 78,6 Вт/кг, а времени разгона до 100 км/ч – 11,4 с. Точка с соответствующими координатами показана на диаграмме и характеризует некоторый среднестатистический современный легковой автомобиль.

Статистический анализ значений удельных мощностей показывает, что для описания поведения этой случайной величины больше всего подходит так называемый усечённый нормальный закон:

$$f(x) = \frac{C}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right\}, \quad (1)$$

где m — математическое ожидание случайной величины; σ — среднеквадратическое отклонение; C — нормировочный коэффициент, рассчитываемый из условия $C \int_{x_{\min}}^{\infty} \left[\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right\} \right] dx = 1$ [2]; x_{\min} — минимальное значение случайной величины.

В нашем случае $m=78,6$ Вт/кг; $\sigma=35,3$ Вт/кг; $x_{\min}=37,5$ Вт/кг.

В качестве наиболее «популярного» диапазона удельной мощности двигателя для легковых автомобилей среднего класса можно назвать интервал $[m-0,8\sigma; m+0,8\sigma]$, или $[50,3$ Вт/кг; $106,8$ Вт/кг], в который попадает мощность 80% всех рассмотренных автомобилей.

Также, на диаграмму нанесены точки, соответствующие двадцати двум автомобилям отечественного производства. Очевидно, что российские машины находятся в рамках общих тенденций мирового автомобилестроения, хотя в основном и отличаются более низкими динамическими показателями.

Необходимо отметить, что по приведённой выше диаграмме можно качественно оценить аэродинамические свойства отдельных автомобилей. Мощность двигателя затрачивается на разгон, преодоление сил дорожного сопротивления и сопротивления воздуха. Можно полагать, что по условиям испытаний силы дорожного сопротивления для всех автомобилей одинаковы. Рассмотрим два автомобиля с одинаковыми значениями удельной мощности. Если значения времени разгона до 100 км/ч у этих автомобилей различны, очевидно, что это различие вызвано неодинаковыми аэродинамическими качествами машин. Автомобиль с худшей аэродинамикой расходует больше энергии на преодоление сил сопротивления воздуха, и, соответственно, разгоняется медленнее. Отметим, что такое сравнение справедливо лишь для автомобилей с близкими геометрическими размерами. В противном случае решающее значение может иметь не совершенство формы кузова, а площадь лобового сопротивления автомобиля.

Выводы. Полученные в результате работы средние значения удельной мощности и времени разгона до 100 км/ч, а также рекомендуемый диапазон значений удельной мощности могут быть использованы при выборе двигателя на стадии проектирования автомобиля. Диаграмму «удельная мощность – время разгона» можно использовать для оценки аэродинамических качеств уже существующих автомобилей. Возможно получение на основе экспериментальных данных аналитической зависимости времени разгона до определённой скорости от удельной мощности, которая позволит уже при выборе двигателя легко оценить динамические качества проектируемого автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Автомобильный справочник. Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: Изд-во «За рулём»,

2000.- С. 330-334, 822-842.

2. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятности и её инженерные приложения. - М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит.- 1988.- С. 161-165.