

## НАМ ПИШУТ

### Автомобиль и... кубическое уравнение

В замечательном «Справочнике по физике» – автор А.С.Енохович, издание 2-е, М.: Просвещение, 1990 – на страницах 293 – 294 есть таблица «Технические данные легковых автомобилей». Приведенный здесь фрагмент таблицы наводит на вопрос: как (хотя бы приблизительно) вычислить максимальную скорость  $v$  автомобиля массой  $m$  с двигателем наибольшей мощности  $N$ ? Ведь конструкторы, проектируя машину, наверняка хотят заранее знать ее максимальную скорость.

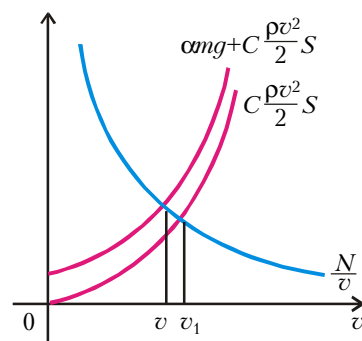
Ясно, что при достижении автомобилем наибольшей скорости его ускорение обращается в ноль и сила тяги двигателя, равная  $N/v$ , уравновешивается противоположно направленными ей силами трения качения  $\alpha mg$  и сопротивления воздуха  $C\rho v^2 S/2$  (совершенно незначительной силой вязкого трения пренебрегаем). Здесь  $\alpha = 0,018$  –

коэффициент трения качения для асфальтового шоссе (с.78 вышеупомянутого «Справочника»),  $C$  – безразмерный коэффициент, зависящий от обтекаемости автомобиля,  $S$  – площадь его лобового сечения,  $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$  – плотность воздуха. К сожалению, в таблицах не удалось найти значения  $C$  для автомобиля, к тому же у разных машин разная обтекаемость, поэтому мы посчитали разумным взять среднее арифметическое коэффициентов для диска (1,10) и тела обтекаемой формы (0,05). Тогда  $C/2 = 0,2875$ . Было бы странно при столь простом усреднении сохранять после запятой более одной цифры, поэтому будем считать  $C/2 = 0,3$ .

Итак, имеем уравнение

$$\frac{N}{v} = \alpha mg + C \frac{\rho v^2}{2} S,$$

которое после избавления от знаменателя станет кубическим. На рисунке дано его графическое решение, однако уравнение несложно решить и ана-



литически. Легко видеть, что второе слагаемое в правой части нашего уравнения в 5 – 6 раз больше первого. Значит, пренебрегая величиной  $\alpha mg$ , в первом приближении получаем несколько завышенный результат:

$$v_1 = \sqrt[3]{\frac{10N}{3\rho S}}.$$

Для ЗИЛа, например,  $v_1 = 57,5 \text{ м/с} = 207 \text{ км/ч}$ , при этом левая и правая части уравнения равны, соответственно, 4024 Н и 4628 Н. А при скорости  $v = 54,5 \text{ м/с} = 196 \text{ км/ч}$  имеет место приближенное с точностью до 1% равенство: 4253 Н  $\approx$  4206 Н. Это очень хорошее совпадение, учитывая характер расчета. Результаты аналогичных вычислений для двух других типов автомобилей таковы:

«Волга» –  $v_1 = 150 \text{ км/ч}$ ,  $v = 143 \text{ км/ч}$ ;  
«Запорожец» –  $v_1 = 121 \text{ км/ч}$ ,  $v = 114 \text{ км/ч}$ .

Отметим, что к массе автомобиля везде прибавлялась масса шофера, равная 100 кг.

В. Дроздов

Показатели	«Запорожец» (ЗАЗ-968М)	«Волга» (ГАЗ-3102)	ЗИЛ-4104
Максимальная скорость, км/ч	118	152	190
Собственная масса, кг	840	1470	3335
Максимальная мощность двигателя, кВт	30,2	77,2	231,8
Ширина автомобиля, мм	1490	1846	2088
Высота автомобиля, мм	1370	1476	1500