

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ МАЗ-4371Р2

Маилян А.Р.

Санкт-Петербургский горный университет

Целью данной работы является определение параметров торможения автомобиля МАЗ-4371Р2. Техническая характеристика и чертеж автомобиля представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Параметры автомобиля МАЗ-4371Р2

№ п/п	Параметры	Условное обозначение	Единица измерения	Значение параметра
1	Максимальная мощность двигателя	$N_{e\ max}$	кВт	124
2	Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности	n	мин ⁻¹	3000
3	Передаточное число главной передачи	u_r	-	3,9
4	Радиус колеса	r	м	0,45
5	Снаряженная масса автомобиля, в т.ч.: приходящаяся на переднюю ось приходящаяся на заднюю ось	M_c	кг	5600 3200 2400
6	Полная масса автомобиля, в т.ч.: приходящаяся на переднюю ось приходящаяся на заднюю ось	M_n	кг	10100 3800 6300
7	Габаритная длина автомобиля	L_a	м	7,25
8	Габаритная ширина автомобиля	B_a	м	2,55
9	Габаритная высота автомобиля	H_a	м	3,56
10	База автомобиля	L	м	3,7
11	Колея автомобиля	B	м	2
12	Передний свес	C	м	1,23
13	КПД трансмиссии	$\eta_{тр}$	-	0,85
14	Лобовая площадь	F_a	м ²	9
15	Коэффициент сопротивления воздуха	k_v	Нс ² /м ⁴	0,65
16	Высота центра тяжести: с нагрузкой без нагрузки	$h_{ц}$	м	1,5 1,14

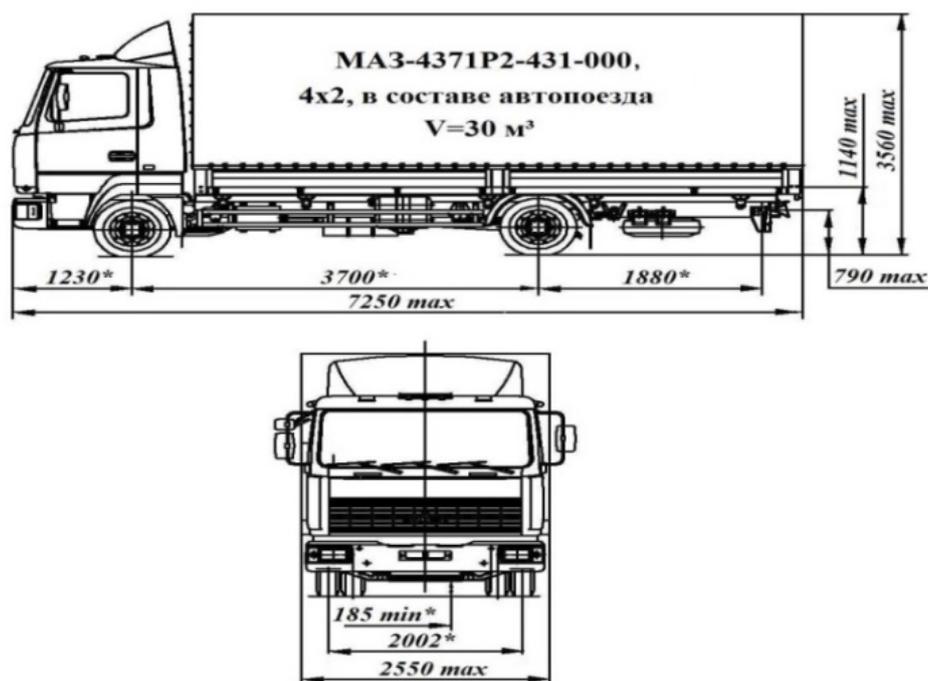


Рисунок 1 – Чертеж МАЗ-4371Р2

Расстояние от задней оси автомобиля до центра тяжести рассчитывается по формуле:

$$b = \frac{M_1}{M} \cdot L,$$

где M_1 – масса автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, кг; M – масса всего автомобиля с данной нагрузкой, кг.

Расчёт расстояния от задней оси до центра тяжести (для пустого автомобиля):

$$b = \frac{3200}{5600} \cdot 3,7 = 2,11 \text{ м.}$$

Расчёт расстояния от задней оси до центра тяжести (для полного автомобиля):

$$b = \frac{3800}{10100} \cdot 3,7 = 1,39 \text{ м.}$$

Время нарастания замедления определяется по формуле:

$$t_H = \frac{G(b + \varphi_x h_{ц})}{k_1 L} \varphi_x, \text{ с,}$$

где G – вес автомобиля с данной нагрузкой, Н; b – расстояние от задней оси автомобиля до центра тяжести, м; $h_{ц}$ – расстояние от центра тяжести автомобиля до поверхности дороги, м; L – база автомобиля, м; $k_1 = 25...100$ кН/с (пневматический привод тормозов); $k_2 = 1,1...1,3$ (без нагрузки), $k_3 = 1,5...1,6$ (с полной нагрузкой).

Расчёт времени нарастания замедления (для пустого автомобиля):

$$t_H = \frac{5600 \cdot 9,81 \cdot (2,11 + 0,6 \cdot 1,14)}{60000 \cdot 3,7} \cdot 0,6 = 0,42 \text{ с.}$$

Расчёт времени нарастания замедления (для полного автомобиля):

$$t_H = \frac{10100 \cdot 9,81 \cdot (1,39 + 0,6 \cdot 1,5)}{60000 \cdot 3,7} \cdot 0,6 = 0,59 \text{ с.}$$

Остановочное время автомобиля определяется по следующей формуле:

$$t_o = t_p + t_c + 0,5t_H + \frac{k_3 v_o}{g \varphi_x}, \text{ с,}$$

где t_p – время реакции водителя, с ($t_p = 0,8$); t_c – время срабатывания тормозной системы, с (для автомобилей с пневматическим приводом тормозов $0,6...0,8$ с; t_H – время нарастания замедления, с; k_3 – коэффициент эффективности торможения; v_o – скорость автомобиля непосредственно перед началом торможения (11,11 м/с); φ_x – коэффициент сцепления колёс автомобиля с поверхностью дороги; g – ускорение свободного падения, м/с².

Остановочное время автомобиля (для пустого автомобиля):

$$t_o = 0,8 + 0,7 + 0,5 \cdot 0,42 + \frac{1,2 \cdot 11,11}{9,81 \cdot 0,6} = 3,98 \text{ с.}$$

Остановочное время автомобиля (для полного автомобиля):

$$t_o = 0,8 + 0,7 + 0,5 \cdot 0,59 + \frac{1,55 \cdot 11,11}{9,81 \cdot 0,6} = 4,72 \text{ с.}$$

Определение остановочного пути автомобиля производим по следующей формуле:

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5t_n)v_0 + \frac{k_3 v_0^2}{g\varphi_x}, \text{ м.}$$

Определение остановочного пути автомобиля (для пустого автомобиля):

$$S_0 = (0,8 + 0,7 + 0,5 \cdot 0,42) \cdot 11,11 + \frac{1,2 \cdot 11,11^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 31,58 \text{ м.}$$

Определение остановочного пути автомобиля (для полного автомобиля):

$$S_0 = (0,8 + 0,7 + 0,5 \cdot 0,59) \cdot 11,11 + \frac{1,55 \cdot 11,11^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 36,19 \text{ м.}$$

Формула для расчета замедления автомобиля на уклоне и подъеме имеет следующий вид:

$$j_3 = \left(\frac{\varphi_x \cdot \cos \alpha}{k_3} \pm \sin \alpha \right) \cdot g, \text{ м/с}^2.$$

Расчёт замедления автомобиля при подъёме при $\alpha = 8^\circ$:

$$j_3 = \left(\frac{0,6 \cdot 0,998}{1,55} + 0,14 \right) \cdot 9,81 = 3,8 \text{ м/с}^2.$$

Расчёт замедления автомобиля при уклоне:

$$j_3 = \left(\frac{0,6 \cdot 0,998}{1,55} - 0,14 \right) \cdot 9,81 = 3,8 \text{ м/с}^2.$$

Для построения графика показателей тормозной динамики необходимо определить значения тормозного пути, времени торможения и замедления для автомобиля с полной нагрузкой и без нагрузки.

Для этого используем следующие формулы:

$$j_3 = \frac{g\varphi_x}{k_3}, \text{ м/с}^2;$$

$$t_0 = t_c + 0,5t_n + \frac{k_3 v_0}{g\varphi_x}, \text{ с;}$$

$$S_0 = (t_c + 0,5t_n)v_0 + \frac{k_3 v_0^2}{2g\varphi_x}, \text{ м.}$$

Расчёт производится для диапазона скоростей движения автомобиля от 0 до 70 км/ч через каждые 10 км/ч. Примеры расчета представлены ниже:

$$j_3 = \frac{9,81 \cdot 0,6}{1,2} = 4,9 \text{ м/с}^2;$$

$$t_0 = 0,7 + 0,5 \cdot 0,44 + \frac{1,2 \cdot 2,78}{9,81 \cdot 0,6} = 1,48 \text{ с;}$$

$$S_0 = (0,7 + 0,5 \cdot 0,44) \cdot 2,78 + \frac{1,2 \cdot 2,78^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 3,33 \text{ м.}$$

Результаты расчёта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели тормозной динамики автомобиля

Скорость автомобиля		Автомобиль с полной нагрузкой			Автомобиль без нагрузки		
км/ч	м/с	$j_3, \text{м/с}^2$	$S_T, \text{м}$	$t_T, \text{с}$	$j_3, \text{м/с}^2$	$S_T, \text{м}$	$t_T, \text{с}$
10	2,78	3,8	3,78	1,72	4,9	3,33	1,48
20	5,56	3,8	9,58	2,45	4,9	8,2	2,03
30	8,33	3,8	17,35	3,17	4,9	14,6	2,59
40	11,11	3,8	27,16	3,89	4,9	22,56	3,14
50	13,89	3,8	38,97	4,61	4,9	32,07	3,7
60	16,67	3,8	52,8	5,33	4,9	43,13	4,25
70	19,44	3,8	68,57	6,05	4,9	55,67	4,81

Зависимость времени торможения автомобиля от скорости представлена на рисунке 2.

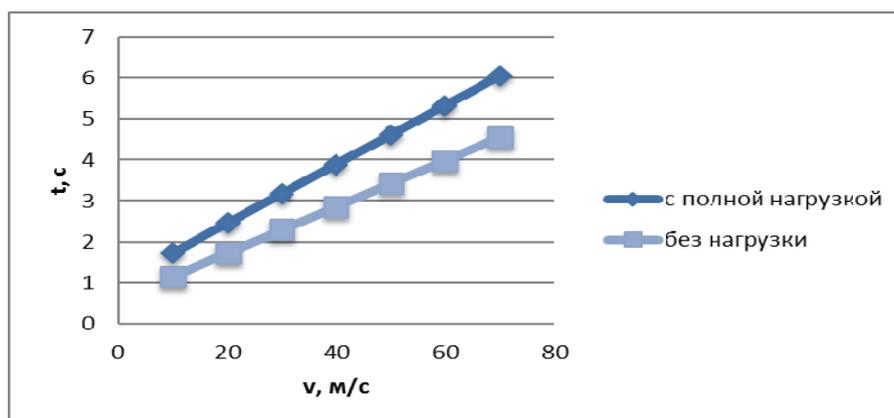


Рисунок 2 – График времени торможения для автомобиля с нагрузкой и без нее

Зависимость тормозного пути автомобиля от скорости представлена на рисунке 3.

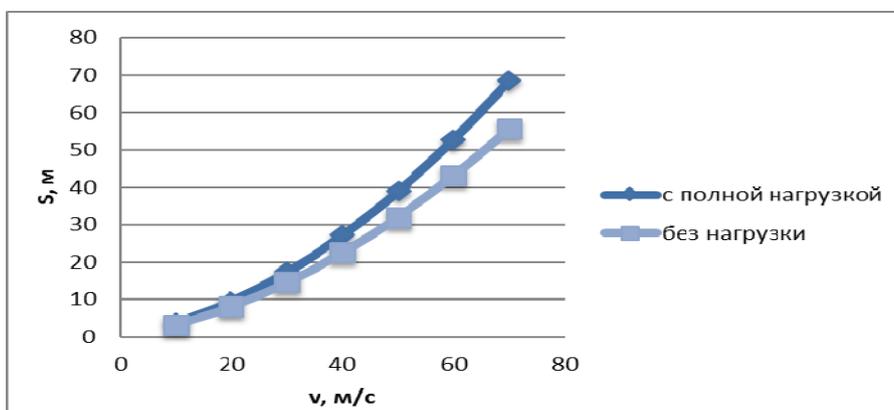


Рисунок 3 – График значения тормозного пути для автомобиля с нагрузкой и без нее

УДК 621.9.08

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Мишин В.В.

Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. В представленной статье рассматриваются способы автоматизации контроля сложнопрофильных поверхностей изделий горного машиностроения. На данный момент существуют активные и пассивные способы контроля в автоматизированном производстве. Эти способы позволяют с высокой точностью передавать информацию о макро- и микрогеометрических параметрах сложнопрофильного