

## РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ КУЗОВА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ПРОЧНОСТЬ

**Емченко К.В., Рыбинская Т.А., Шаповалов Р.Г.**  
(кафедра механики, ТТИ ЮФУ, г. Таганрог, Россия)

При расчете конструкции транспортных средств обязательно производятся расчеты на прочность, жесткость и устойчивость. Это важно с позиций обеспечения как безопасности, так и комфорта движения.

Прочностной расчет невозможен без определения координат центра тяжести (ЦТ), которые удобно определять графически. Для этого на бумаге в клетку или миллиметровке в выбранном масштабе вычерчивается схема автомобиля, на которой прорисовывается компоновка и наносятся точки, соответствующие центрам тяжести всех основных узлов (рис. 1). Далее заполняется таблица 1, в которой последовательно в каждой графе указываются соответствующие точкам узлы, их вес (масса) и координата  $X$  – расстояние до нулевой отметки по оси машины. Вес кузова и рамы распределяются по длине достаточно равномерно.

Координата ЦТ машины определяется из общей суммы произведений веса каждого узла на собственную координату, деленной на полный вес автомобиля. Для нашего случая:

$$X_{ЦТ} = (\sum G_i X_i) / (\sum G_i) = 105489 / 602 = 170 \text{ см},$$

где  $G_i$  – вес отдельного узла,  $X_i$  – координата отдельного узла,  $X_{ЦТ}$  – координата ЦТ машины.

Из схемы и соответствующей ей таблицы нетрудно определить распределение нагрузки по осям. Так, относительно задней оси:

$$\sum G_i (X_{02} - X_{ЦТ}) = G_{01} (X_{02} - X_{01}),$$

где  $X_{02}$  – координата задней оси,  $X_{01}$  – координата передней оси,  $G_{01}$  – нагрузка на переднюю ось.

Тогда

$$G_{01} = \sum G_i (X_{02} - X_{ЦТ}) / (X_{02} - X_{01}) = 602(242 - 175) / (242 - 45) = 218 \text{ кгс}.$$

Соответственно нагрузка на заднюю ось составит

$$G_{02} = \sum G_i - G_{01} = 602 - 218 = 384 \text{ кгс}.$$

При прочностном расчете рамы автомобиля применяется так называемый динамический коэффициент, учитывающий перегрузки, возникающие в момент наезда на неровности дороги. Обычно такой коэффициент принимают равным 1,75, хотя у автомобилей повышенной проходимости он может быть и выше. Величина динамической нагрузки  $P = 1,75G$ . Суммарное значение расчетной нагрузки на раму равно 410 кгс, а координата ЦТ без учета веса рамы и подвески составит:

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

$$X^1_{\text{ЦТ}} = \Sigma(G_i X_i) / \Sigma G_i = 78858 / 410 = 185 \text{ см.}$$

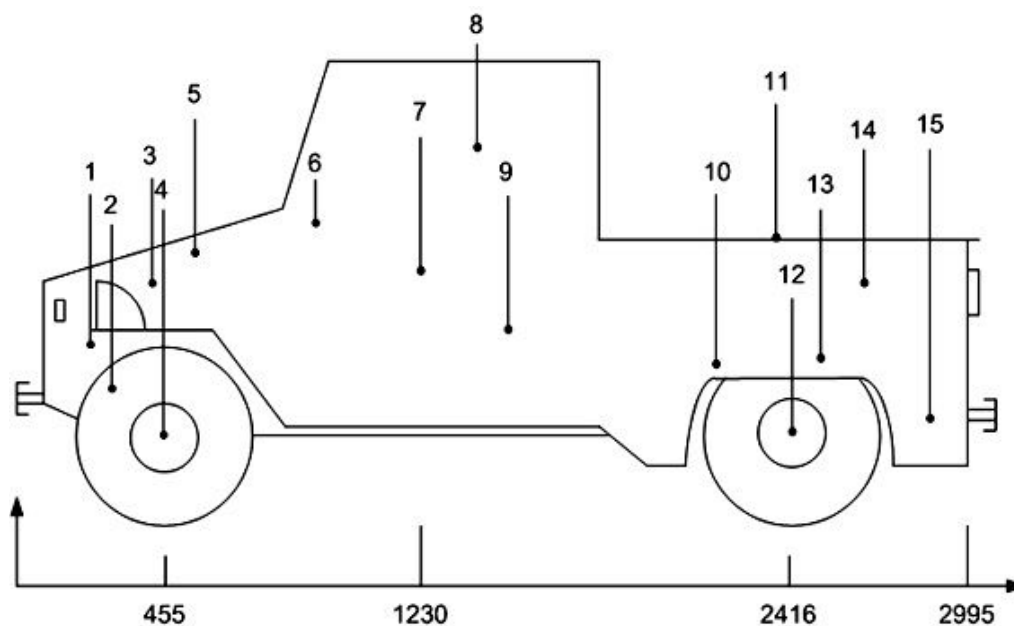


Рис. 1

Таблица 1

№	Узел	Нагрузка на автомобиль			Нагрузка на раму		
		Вес G, кГс	X, см	GX	Вес G, кГс	GX	p=1,75G кГс
1	Рулевой редуктор	3	33,5	100	3	100	5,25
2	Передний мост	48	37,5	1800			
3	Аккумулятор	40	51,5	2060	40	2060	70
4	Колесо (2 шт.)	23	45,5	1046			
5	Капот	8	50,5	404	8	404	14
6	Рулевая колонка	7	87,0	609	7	609	12,25
7	Водитель	70	131,5	9205	70	9205	122,5
8	Освещение крыши	18	132,5	2385	18	2385	31,5
9	Сидения	10	150,5	1505	10	1505	17,5
10	Аккумуляторы	80	199,6	15968	80	15968	140
11	Площадка гр.	32	235,0	7520	32	7520	56
12	Колесо (2 шт.)	23	241,6	5543			
13	КПП + подвеска	77	240,0	18480	37	8880	64,8
14	Блок двигателей	65	246,5	18942	65	18942	113,8
15	Аккумулятор	40	282,5	11280	40	11280	70
16	Рама	58	149	8642			
17	Кузов	+	—	—	+	+	+
	Сумма	602+	—	105489+	410+	78858+	721+

---

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**


---

Нагрузка на переднюю ось определяется аналогично расчету, приведенному по следующей формуле.

$$R_{01} = \Sigma P(X_{02} - X_{\text{ЦТ}}^1) / (X_{02} - X_{01}) = 721(242 - 185) / (242 - 45) = 206 \text{ кгс.}$$

Соответственно на заднюю ось приходится нагрузка

$$R_{02} = \Sigma P - R_{01} = 721 - 206 = 511 (\text{кгс}).$$

Обе нагрузки  $R_{01}$  и  $R_{02}$  передаются на четыре попарно расположенные поперечные трубы рамы через подвески. Над основной рамой параллельно ей установлены дополнительные элементы, передающие нагрузку от силового агрегата, пассажиров, аккумуляторов, элементов управления на те же самые поперечные трубы.

Первая нагрузка действует до опоры на подвеску, затем действует нагрузка, расположенная между двумя точками опоры. Далее между второй точкой опоры и третьей расположено множество нагрузок. Находим центр тяжести этой группы нагрузок по аналогии, как это делали выше:

$$X_{\text{ЦТ}} = \Sigma (G_i X_i) / \Sigma G_i = 191 \text{ см.}$$

Далее осталось определить нагрузку, действующую после третьей точки опоры. Разложив каждый из весов, действующие на две точки опоры на составляющие, получим, что противоположно направленные силы взаимно исключают друг друга.

Находим силу  $F$  из условия равенства нулю суммы моментов относительно точки Б (рис. 2):

$$-205 \cdot 5 + 200 \cdot (F - 9) - 1876 \cdot 93 + 2285 \cdot 70 = 0,$$

откуда  $F = 88 \text{ кгс.}$

Эпюра изгибающих моментов строится по оси ординат, для сечения А изгибающий момент в кгс·см составит:  $M_A = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ кгс·см}$ , для сечения Б  $M_B = -20,5 \cdot 5 - 20 \cdot 79 = -1826 \text{ кгс·см}$ , для сечения В  $M_B = 41 \cdot 70 = 2870 \text{ кгс·см}$ .

В нашем случае сечение лонжеронов рамы одинаковое - прямоугольная стальная труба 60X40 мм с толщиной стенки 2,5 мм. Поэтому опасным будет сечение В, соответствующее максимальному моменту  $M_B = 2870 \text{ кгс·см}$ .

Поскольку изгиб рамы воспринимается двумя продольными лонжеронами, то на каждый из них придется лишь половина момента. Таким образом, напряжение изгиба будет равно:  $\sigma_{\text{изг}} = M_{\text{max}} / (2W) = 2870 / (2 \cdot 7,8) = 184 \text{ кгс/см}^2$ .

Для обычной углеродистой стали без термообработки допускаемое напряжение составляет

$$[\sigma_{\text{изг}}] = 1500 \text{ кгс/см}^2.$$

Соответственно запас прочности:

$$n = [\sigma_{\text{изг}}] / \sigma_{\text{изг}} = 1500 / 184 = 8,15.$$

# ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В целом запас прочности должен быть не менее  $n=2$ .

Масса рамы «Нафани» составляет всего 40 кг, или примерно 7% от конструктивной массы машины. В принципе, исходя из большого запаса прочности, возможно и дальнейшее снижение веса, однако при этом не следует забывать о жесткости металлоконструкции.

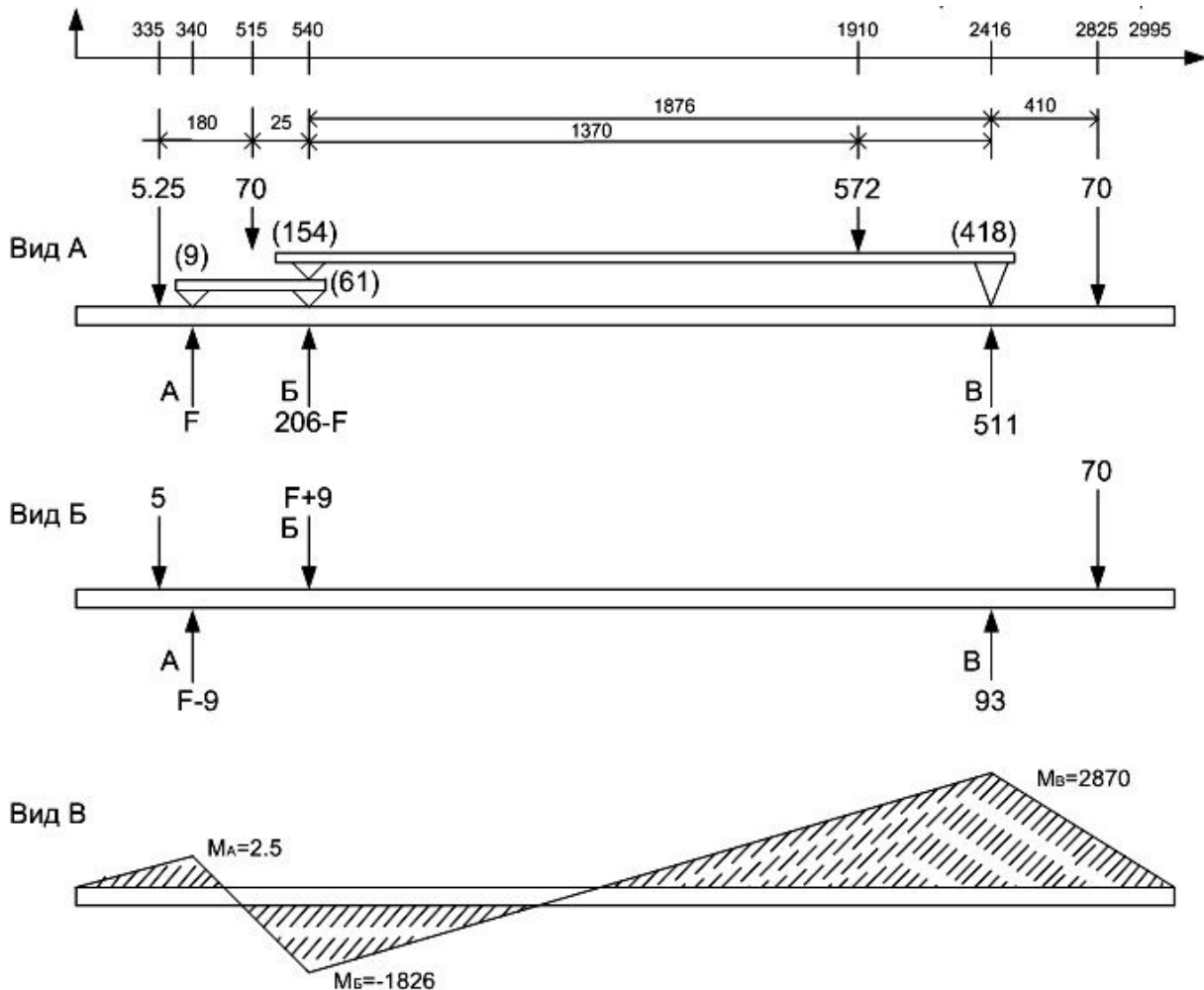


Рис. 2

**Список литературы:** 1. Макаров Е.Г. Сопротивление материалов на базе MathCad. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 2. Артамонов М.Д., Иларионов В.А., Морин М.М. Основы теории и конструкции автомобиля. - М.: Машиностроение, 1974. – 288 с.; издание 2-е, перераб.