

# **АНАЛИЗ НАГРУЖЕННОСТИ БАЛКИ УПРАВЛЯЕМОГО МОСТА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА УЭС-2-250А**

**Е. П. Шельманова**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель П. Е. Родзевич

Анализ конструкции балок управляемых мостов различных тракторов и энерго-  
средств показывает, что они выполняются в основном в виде труб круглого и прямо-

угольного сечения. Балка моста управляемых колес универсального энергосредства УЭС-2-250А выполнена в виде трубы прямоугольного поперечного сечения, к которой для придания большей жесткости приварена косынка.

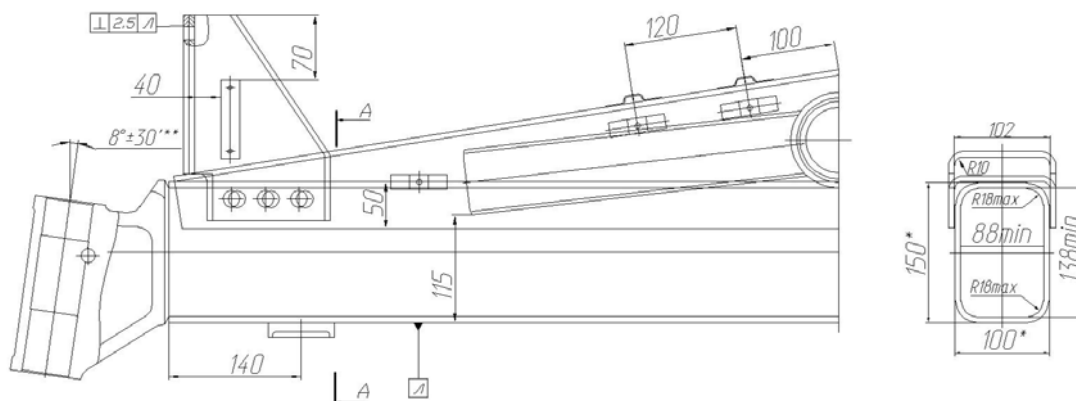


Рис. 1. Балка управляемого моста

Балка моста работает в условиях косоугольного изгиба. В вертикальной плоскости на балку действуют распределенная нагрузка интенсивностью  $q$  и сила реакции дороги  $F_1$ , которая соответствует весу энергосредства, приходящегося на одно колесо без учета веса последнего. В горизонтальной плоскости – сила сопротивления перемещению  $F_2$ . Нагрузка  $q$  представляет собой вес самой балки моста, который распределен по длине неравномерно. Однако для упрощения расчетной модели балки моста считаем, что нагрузка, соответствующая весу самой балки, распределена равномерно по длине.

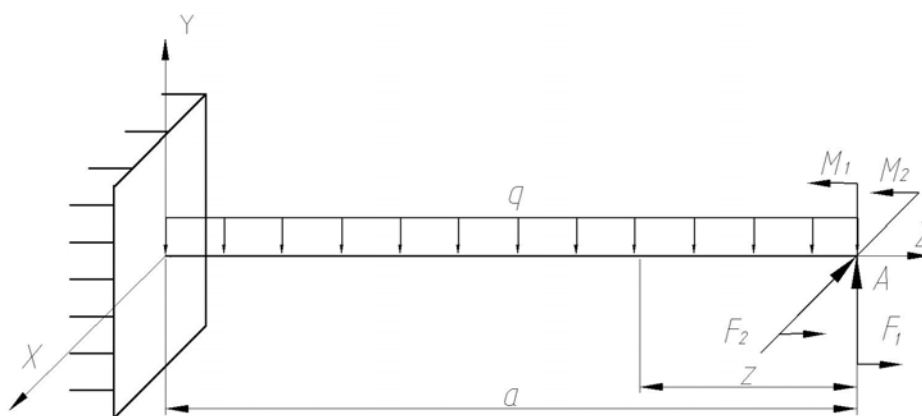


Рис. 2. Расчетная схема

Исходные данные для расчета:  $G = 18390$  Н – вес энергосредства, приходящийся на управляемый мост;  $F_1 = 9195$  Н;  $F_2 = 6436$  Н;  $q = 650$  Н/м;  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа – модуль продольной упругости первого рода.

Уравнения моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях записываются в виде:

$$M_x(z) = M_1 + F_1 \cdot z - q \cdot \frac{z^2}{2},$$

$$M_y(z) = M_2 + F_2 \cdot z.$$

Нормальное напряжение при косом изгибе имеет вид:

$$\sigma_{\max} = \left( \frac{M_x(z) \cdot Y_{\max}(z)}{I_x(z)} \right) + \left( \frac{M_y(z) \cdot X_{\max}(z)}{I_y(z)} \right).$$

Расчеты проводятся для случая статического нагружения, а также при движении энергосредства с разными коэффициентами динамичности, определяемыми по формуле

$$k_{\delta} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}},$$

где  $H$  – глубина препятствия, м;  $\delta_{cm}$  – статическое перемещение точки удара (точка А), м.

Для определения коэффициента динамичности находится перемещение точки А (рис. 2) в вертикальной и горизонтальной плоскостях с помощью интеграла Мора:

$$\delta = \int_0^l \frac{M_F(z) \cdot \bar{M}(z) \cdot dz}{E \cdot I(z)},$$

где  $E$  – модуль продольной упругости первого рода, Па;  $I$  – осевой момент инерции, м<sup>4</sup>.

Полное перемещение определяется формулой

$$\delta_{cm} = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2},$$

где  $\delta_x, \delta_y$  – перемещение точки А в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно, м.

Таким образом, величина статического перемещения равна

$$\delta_{cm} = 7,883 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Значения коэффициента динамичности при различных величинах  $H$  представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Значение коэффициента динамичности при различных величинах  $H$**

$k_{\delta}$	2	6,135	8,193	9,781	11,123	12,307
$H, \text{ м}$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Результаты расчетов нагруженности балки представлены на рис. 3 и в табл. 2.

Таблица 2

### Динамические и статические напряжения, действующие в балке моста

Длина балки z, м	Статические напряжения		Динамические напряжения					
	Растяжение $\sigma_p$ , МПа	Сжатие $\sigma_{сж}$ , МПа	Сжатие $\sigma_{сж}$ , МПа			Растяжение $\sigma_p$ , МПа		
			$H$ , м					
			0	0,02	0,05	0	0,02	0,05
0	31	32	65,2	267	401	63	258	387
0,1	41	44	88,1	360	542	83	340	511
0,2	50	54	109	446	670	101	413	621
0,3	57	63	126	518	778	115	473	711
0,4	63	70	140	574	862	127	520	781
0,5	67	75	150	615	924	135	554	832
0,6	70	78	157	643	966	141	577	867
0,7	72	80	161	661	993	144	593	891

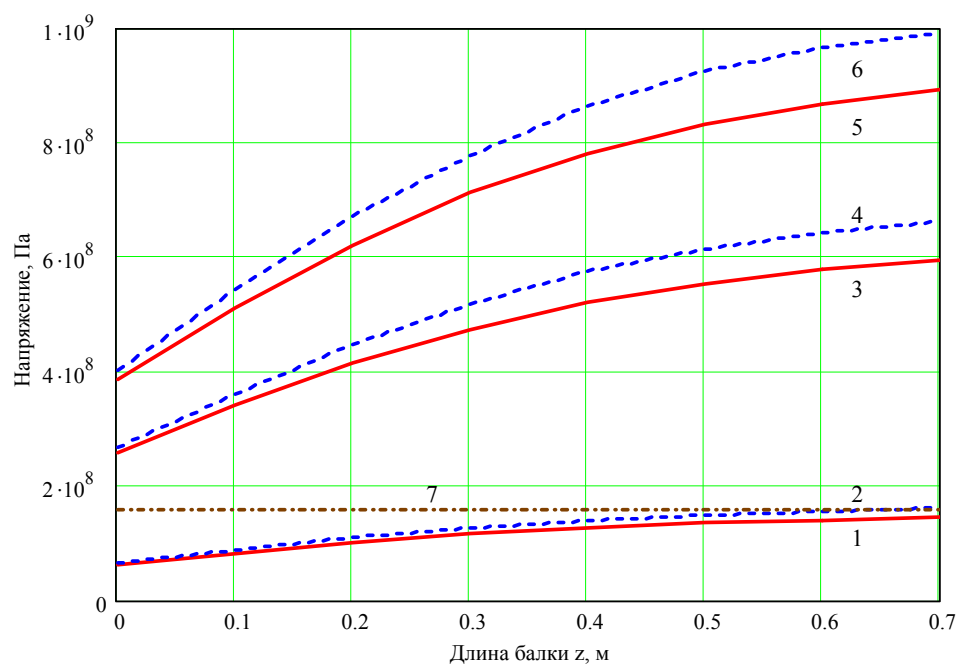


Рис. 3. График изменения напряжений:

- 1, 2 – напряжение растяжения и сжатия при  $H = 0$ ; 3, 4 – напряжение растяжения и сжатия при  $H = 0,02$  м; 5, 6 – напряжение растяжения и сжатия при  $H = 0,05$  м; 7 – допустимое напряжение  $\sigma_{доп} = 160$  МПа.

Статические напряжения, возникающие в балке моста, не превышают допускаемого напряжения 160 МПа. При изменении коэффициента динамичности от минимального значения 2 до 12,3 величины динамических напряжений также будут увеличиваться. Так, при глубине препятствия 5 см максимальное напряжение сжатия составляет 993 МПа, а растяжения – 891 МПа, что может негативно сказаться на прочности конструкции. Поперечное сечение балки моста расположено таким образом, что наиболее удаленные от главной центральной оси  $X$  точки сечения находятся в области растяжения, т. е. сечение расположено нерационально.