

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

Электромеханический факультет  
Кафедра теоретической и прикладной механики

# **Прочностной расчёт узла телескопической стрелы автомобильного крана**

---

Выполнил: студент гр.4-33  
Сметанкин А.А.  
Руководитель: к. т. н., доц.  
Ноздрин М.А.

Цель работы заключается в проведении расчета на прочность третьего узла стрелы автомобильного крана.

---

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести аналитический обзор проблемы прочности стрелы автомобильного крана;
- исследовать вопросы расчета напряженно – деформированного состояния упругих конструкций;
- разработать расчетную схему третьей стрелы автокрана;
- проверить несущую способность телескопической стрелы автомобильного крана.

# Устройство телескопической стрелы автомобильного крана

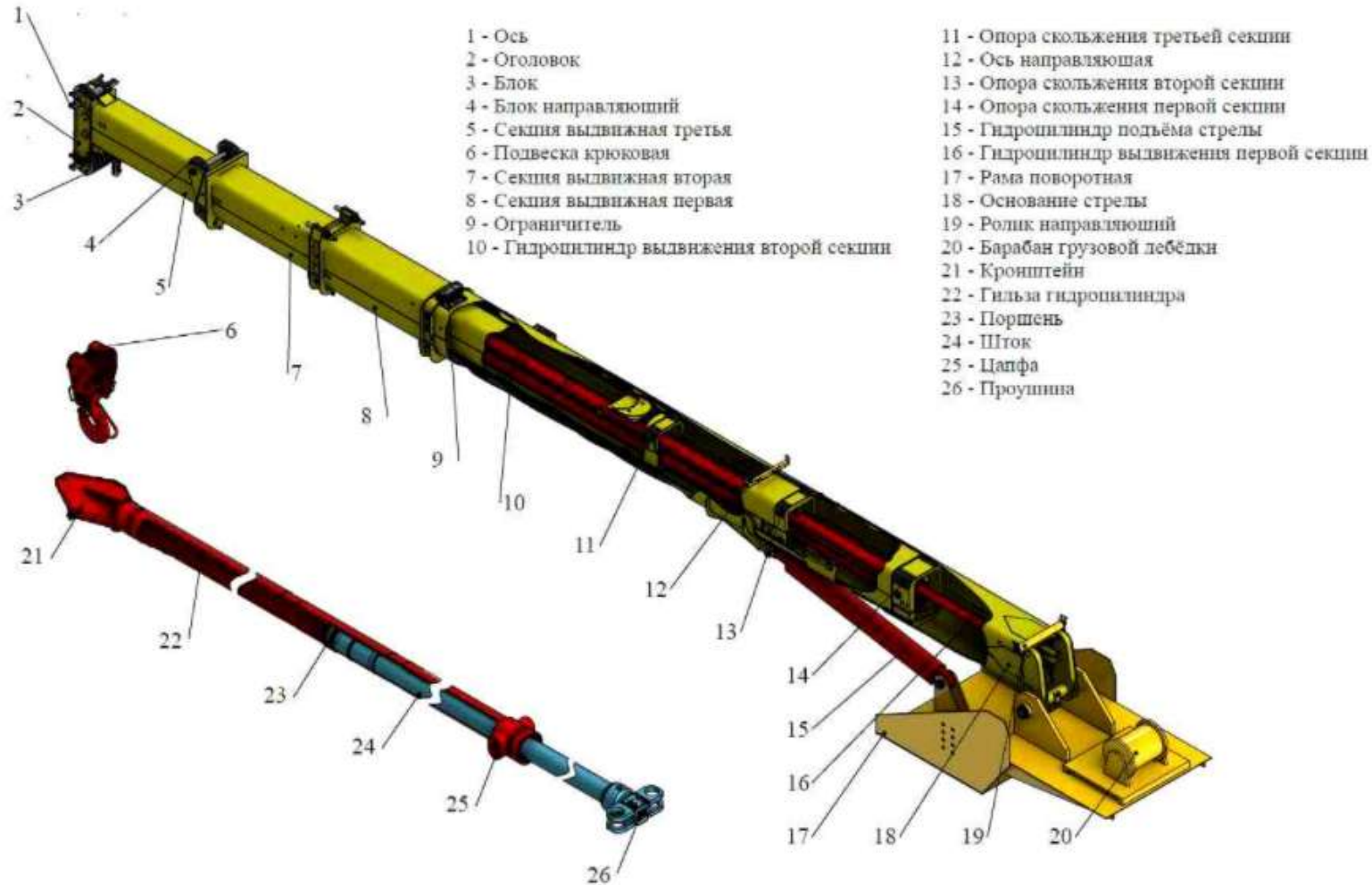


Рис. 1. Устройство стрелы

# Типы автомобильных кранов

Типы автокранов				
		Решетчатые стрелы (у данных автокранов присутствует гибкий подвес – стальной трос)	Башенно – стреловые автокраны	
В зависимости от стрелкового оборудования	Телескопические стрелы (стрелы оборудованы жестким подвесом, выполненным в типе гидравлического подвеса)			Стрелы с гуськом
В зависимости от грузоподъемности	Малый (грузоподъемность до 4 т.)	Средний (с грузоподъемностью от 4 до 10 т.)	Большой (с грузоподъемностью выше 10 т.)	
В зависимости от возможности смены оборудования	Автокраны общего назначения (данный подъемный механизм работает исключительно с крюком)	Полууниверсальные (возможность работать как с крюком, так и с грейфером)		
В зависимости от иотора	С одномоторным приводом крана (привод шасси является основным приводом для всех узлов и механизмов)	С многомоторным приводом (каждый механизм автокрана имеет свой двигатель)		

# Классификация и устройство телескопической стрелы автомобильного крана

---

По конструкции стрелы автокрана подразделяются на следующие  
виды:

- Телескопические (гидравлический цилиндр, жёсткая подвеска);
- Решётчатые (канаты, мягкая подвеска);
- Башенно-стреловые.

# Прочностной расчет

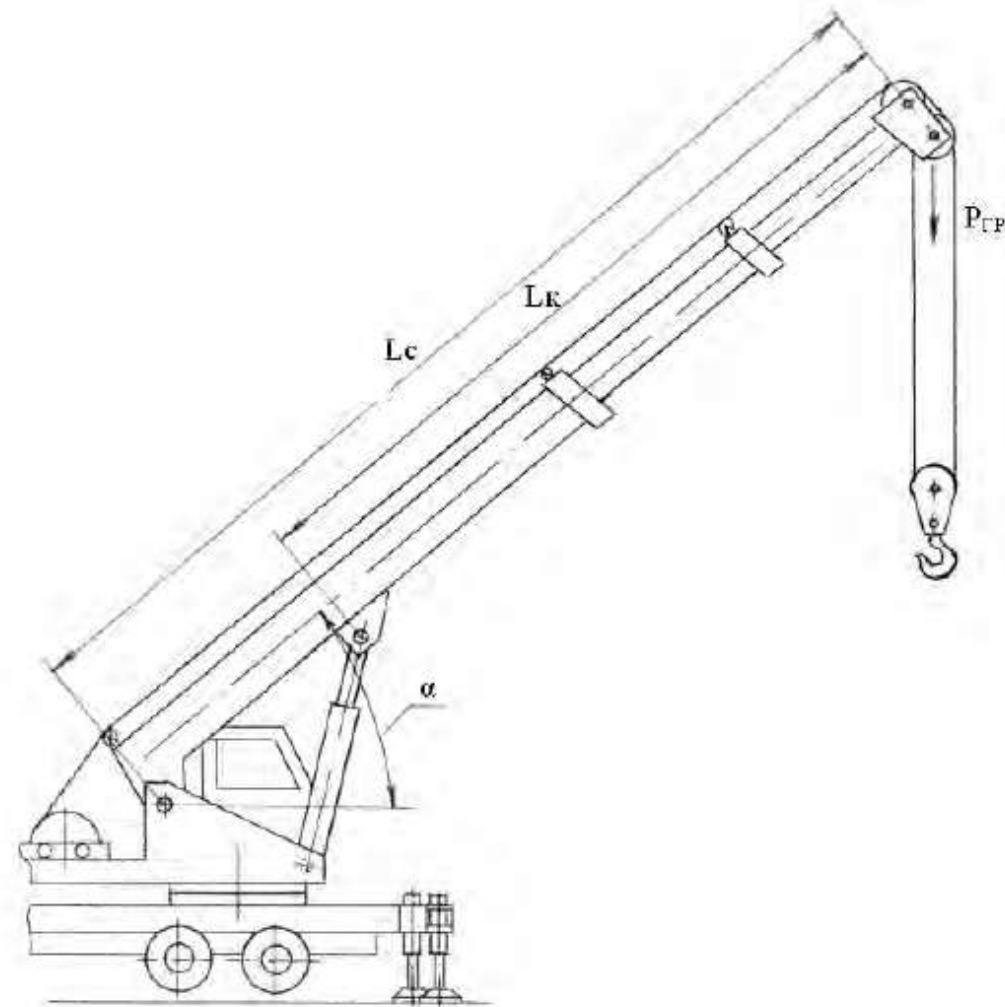


Рис. 2. Схема для расчета несущей способности телескопической стрелы с жесткой подвеской

Напряжение изгиба

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{L_k \cdot P_{гр} \cdot \cos \alpha}{W_x} + \frac{q_{cp} \cdot \frac{L_k}{2} \cdot \cos \alpha}{W_x} \leq [\sigma]$$

При  $\alpha = 30^\circ$

$$\frac{M_{max}}{W_x} = \frac{99,3}{16,7 \cdot 10^{-4}} = 66,2 \text{ МПа}$$

При  $\alpha = 70^\circ$

$$\frac{M_{max}}{W_x} = \frac{73,4}{16,7 \cdot 10^{-4}} = 48,9 \text{ МПа}$$

Несущая способность телескопической стрелы, определяется из

условия :

$$P_{гр} \leq \frac{W_x \cdot [\delta] - q_{cp} \cdot \frac{L_k^2}{2} \cdot \cos \alpha}{L_k \cdot \cos \alpha}$$

При  $\alpha = 30^\circ$

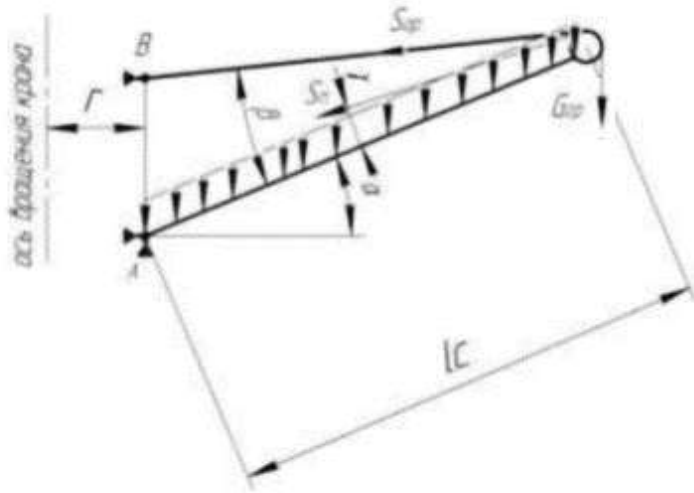
$$147 \text{ кН} \leq \frac{16,7 \cdot 10^{-4} \cdot 150 - 933 \cdot \frac{64}{2} \cdot \cos(30)}{8 \cdot \cos(30)} = 259 \text{ кН}$$

При  $\alpha = 70^\circ$

$$147 \text{ кН} \leq \frac{16,7 \cdot 10^{-4} \cdot 150 - 933 \cdot \frac{64}{2} \cdot \cos(70)}{8 \cdot \cos(70)} = 173 \text{ кН}$$

# Определение нагрузок в вертикальной плоскости

Усилие в грузовом канате:



$$S_{гр} = \frac{G_c \cdot \varphi}{i_n \cdot \eta} = \frac{43,4 \cdot 1,3}{0,98 \cdot 2} = 28,763$$

$$S_n^o = S_n \cdot \sin \gamma = 313,41 \cdot \sin 7^\circ = 38,24 \text{ кН.}$$

$$S_n^n = S_n \cdot \cos \gamma = 313,41 \cos 7^\circ = 311,22 \text{ кН.}$$

$$S_{zp} = S_{zp} \cdot \sin \beta = 56,326 \cdot 0,156 = 8,79 \text{ кН.}$$

$$S_{zp} = -S_{zp} \cdot \cos \beta = 56,326 \cdot \cos 9^\circ = 55,65 \text{ кН.}$$

$$Q_p^n = Q_p \cdot \sin \alpha = 110,4 \cdot \sin 30^\circ = 34,1136 \text{ кН.}$$

$$Q_p^n = Q_p \cdot \cos \alpha = 110,4 \cdot \cos 30^\circ = 105,3 \text{ кН.}$$

$$Q_c = Q_c \cdot \cos \alpha = 0,7 \cdot \cos 30^\circ = 0,67 \text{ кН.}$$

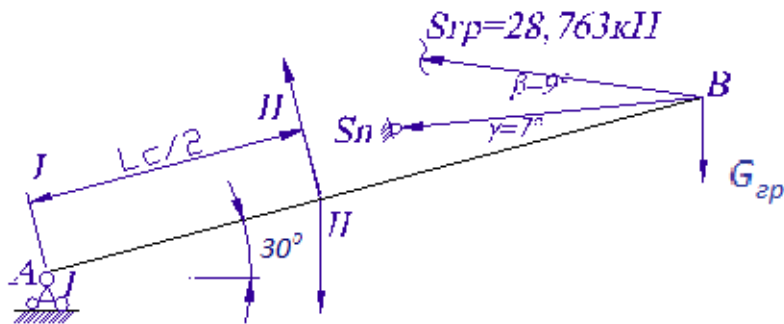


Рис. 3. Нагрузки, действующие на стрелу в вертикальной плоскости.



# Определение нагрузок в горизонтальной плоскости

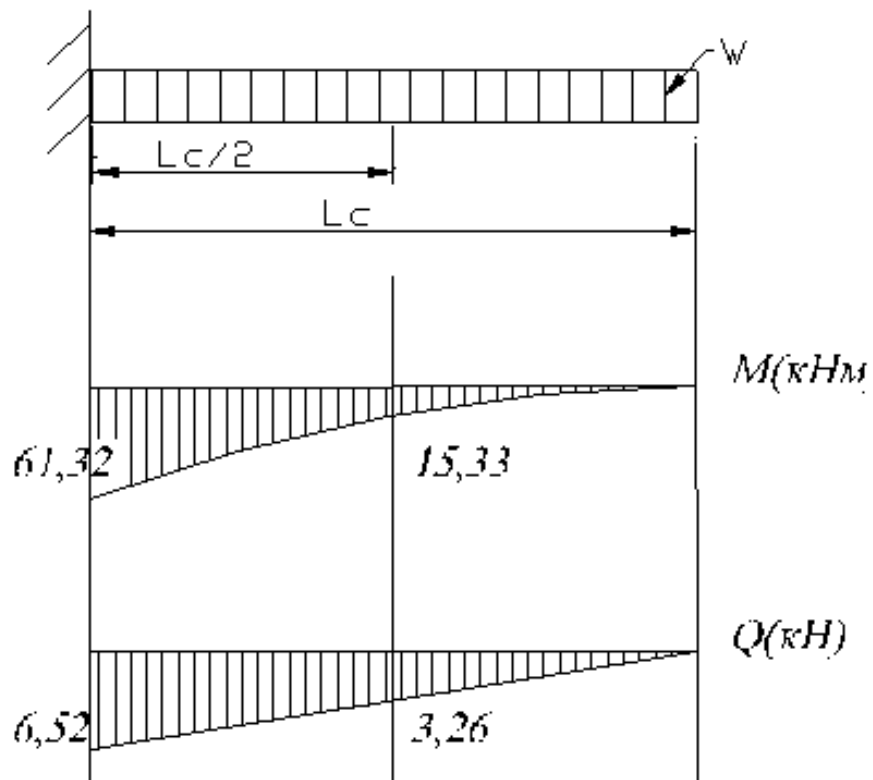


Рис. 4. Эпюры внутренних усилий в горизонтальной плоскости стрелы автокрана

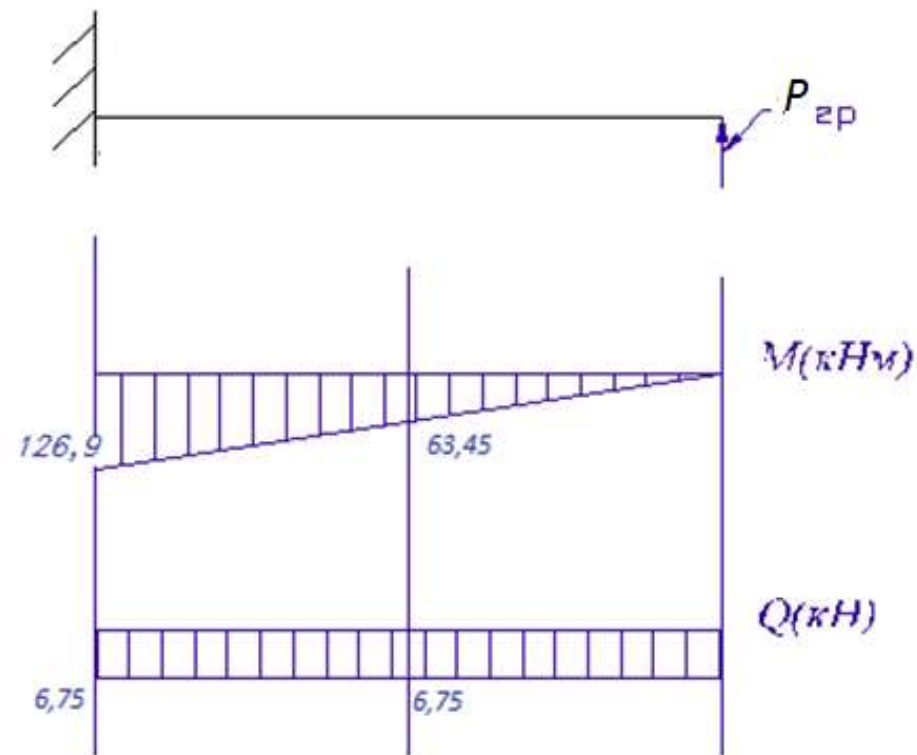


Рис. 5. Эпюры внутренних усилий в горизонтальной плоскости стрелы автомобильного крана

Таблица 1. Расчетные усилия в горизонтальной плоскости  
стрелы автомобильного крана

№ сечения	$M_n$ (кНм)	$Q$ (кНм)	$N$ (кН)
I	961,27	54,4	0
II	465,3	51,3	0

Наибольшее суммарное напряжение стрелы в горизонтальной  
плоскости:

$$\delta\sigma = \frac{M}{W_x} + \frac{T}{F_c}$$

$$\delta\sigma = \frac{961,27}{16,7 \cdot 10^{-4}} + \frac{54,4}{0,01262} = 77,21 \text{ МПа}$$

$$[\delta_T] = \frac{\delta u}{n} = \frac{150}{1,8} = 83,3 \text{ МПа},$$

$$\delta\sigma < [\delta_T]$$

$$77,21 \text{ МПа} < 83,3 \text{ МПа}$$

# Заключение

Выполнен прочностной расчет третьей секции стрелы автокрана при разных углах наклона стрелы к горизонтали, который

---

показал, что рассчитанное напряжение  $\sigma_{max}$  меньше допускаемого  $[\sigma] = 150$  МПа:

При  $\alpha = 30^\circ$ ,  $66,2 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа}$

При  $\alpha = 70^\circ$ ,  $48,9 \text{ МПа} \leq 150 \text{ МПа}$

Рассчитана несущая способность телескопической стрелы

при разных углах наклона стрелы при  $P_{гр} = 147$  кН.

$$P_{гр} \leq \frac{W_x \cdot [\delta] - q_{ср} \cdot \frac{L_k^2}{2} \cdot \cos \alpha}{L_k \cdot \cos \alpha}$$

Рассчитано наибольшее суммарное напряжение

стрелы в горизонтальной плоскости:

При  $\alpha = 30^\circ$ ,  $147 \text{ кН} \leq 259 \text{ кН}$

При  $\alpha = 70^\circ$ ,  $147 \text{ кН} \leq 173 \text{ кН}$

$$\delta o < [\delta_T]$$

$$77,21 \text{ Мпа} < 83,3 \text{ Мпа}$$