

Оценка остаточного ресурса мостовых (козловых) кранов

В.В. Клементьев - начальник отдела экспертизы ГП и ГО, Красноярский филиал ФГУП ВО «Безопасность», г.Красноярск

С.С.Богданович - эксперт II категории, Красноярский филиал ФГУП ВО «Безопасность», г.Красноярск

М.В.Гапонов - эксперт II категории, Красноярский филиал ФГУП ВО «Безопасность», г.Красноярск

Н.Н.Мамонтов - эксперт II категории, Красноярский филиал ФГУП ВО «Безопасность», г.Черногорск

Аннотация

В статье рассматривается оценка остаточного ресурса металлоконструкций кранов (мостовых, козловых) основываясь на конкретных деформациях (остаточном прогибе моста крана).

Ключевые слова: кран, прогиб, остаточный, остаточный ресурс, металлоконструкция

В настоящее время существует множество методик оценки остаточного ресурса металлоконструкций кранов. Эти методики основаны на циклах нагружения металлоконструкций кранов или на основе расчетов сопротивления материалов металлоконструкций. Эти методики не дают высокой вероятности действительной оценки остаточного ресурса металлоконструкций кранов так, как не учитывают фактического состояния металлоконструкции крана (прогибы, деформации) на момент обследования.

Существует бальная система оценки остаточного ресурса м/к крана, но она очень субъективная (зависит от квалификации эксперта и качества проведенного

обследования м/к крана). В этой методике вероятность фактической оценки остаточного ресурса металлоконструкций кранов еще ниже.

1. Согласно ГОСТ 28609-90 при проектировании мостовых и козловых кранов, расчет металлоконструкций производится по методу предельных состояний (предельных напряжений). За предельное напряжение принимают нормативные значения предела прочности, предела текучести или предела выносливости, а для случая потери устойчивости - критическое напряжение.

Таким образом, **оценку остаточного ресурса работы крана можем определять по методу предельного состояния металлоконструкции крана.**

Предельное состояние характеризуется следующими условиями:

- достижение состояния, при котором дальнейшее увеличение нагрузок приведет к переходу конструкции или ее элементов в изменяемую систему (например в следствии потери устойчивости формы или достижения напряжениями в определенных зонах сечения, предела текучести)
- разрушение элемента или соединения конструкции (хрупкое, вязкое, усталостное)

1.1. Зная предельное состояние металлоконструкции крана и фактическое состояние на текущий момент, можем определить остаточный ресурс работы металлоконструкции крана.

В качестве предельного состояния м/к главных балок моста крана при расчете остаточного ресурса, принимается условие (состояние), при котором суммарные остаточные и упругие деформации от статического веса тележки с грузом не превышали деформаций соответствующих пределу текучести.

Таким образом, предел текучести является предельным состоянием балок моста крана.

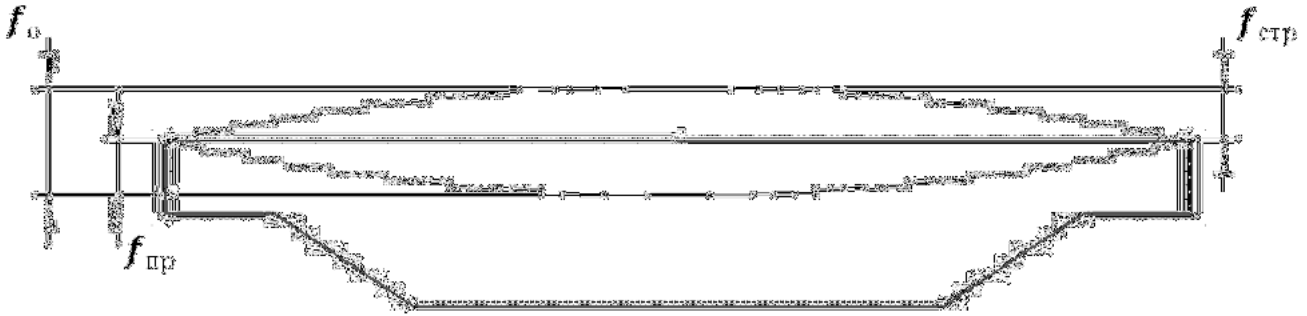
На основе вышесказанного в РД 10-112-5-97, предельно допускаемая величина остаточной деформации металлоконструкции моста крана, при которой эксплуатация крана допускается на срок не более одного года, принята величина прогиба f^1

$$f^1 = 0,0022L_k \quad (1)$$

где L_k – пролет крана в, мм

Таким образом общая деформация или прогиб металлоконструкции моста крана f_o является функцией циклов нагружения металлоконструкции крана $C_{ц}$

$$f_o = F(C_{ц})$$



1.1. Учитывая зависимость между деформациями балок и их геометрическими характеристиками, при условии что материал и сечение балок являются **const**, решая систему уравнений, можно определить интенсивность прогиба (λ) в процессе эксплуатации крана за весь период нагружений крана

$$\begin{cases} f_o = F(C_{ц}) \\ f_o = f_{стр} + f_{пр} \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{f_{стр} + f_{пр}}{C_{ц}} \quad (2)$$

Зная интенсивность прогиба балок моста, а также фактический строительный подъем или прогиб, фактический режим работы крана, можно определить остаточный ресурс металлоконструкции крана по формуле:

$$C_{ц,ост} = \frac{f_o'}{\lambda \cdot K_g} \quad [\text{цикл}] \quad (3)$$

2. Рассмотрим расчет остаточного ресурса на примере

2.1. Исходные данные для расчета:

Обозначение	Наименование параметра	Значение параметра
$L_{пр}$	Пролет крана	10500 мм

$f_{стр}$	Строительный подъем балок (принимается при проектировании как $1/1000 L_{пр}$)	11 мм
$f_{пр}$	Предельно допускаемый прогиб принимается согласно норм РД 10- 112-5-97 как $0,0022 L_{пр}$	23 мм
f_o	Величина первоначального допустимого прогиба (заложенного НТД)	$f_o = f_{стр} + f_{пр}$
f'_o	Величина фактического запаса прогиба на момент экспертизы	$f'_o = f'_{стр.ф} + f_{пр}$
$f'_{стр.ф}$	Величина фактического строительного подъема на момент экспертизы, средняя	$f'_{стр.балки\ №1} = 5\ мм$ $f'_{стр.балки\ №2} = 6\ мм$ $f'_{стр.ф} = 5,5\ мм$
C_n	Нормированное количество циклов работы крана до достижения предела текучести м/к балок моста	Определяется по ИСО 4301 при режиме А1 $C_n = 3,2 \cdot 10^4$
λ	Интенсивность прогиба (деформации)	мм/цикл
K_g	Коэффициент неравномерности интенсивности прогиба, учитывающий влияние динамических ударов (срыв груза, зацеп груза, более номинального и др.)	$1,1 \div 1,35$ Принимаем $K_g = 1,25$

2.2. Согласно справки о фактическом режиме работы крана (или данных регистратора параметров) использования крана, определяем фактическую величину циклов нагружения за один год:

$$C_{ц.год} = 17 \cdot 210 = 3570$$

2.3. Определяем первоначально заложенную НД, величину возможного прогиба.
(строительный подъем + допустимый прогиб)

$$f_o = f_{\text{стр}} + f_{\text{пр}} = 11 + 23 = 34 \text{ мм}$$

2.4. Определяем заданное нормированное количество циклов (срок службы) крана. Класс использования крана С (редкое использование при малой интенсивности работы);

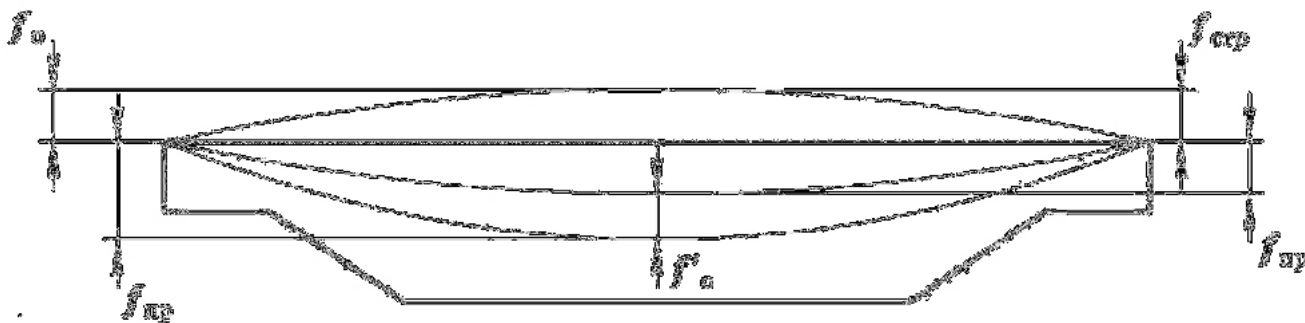
Класс нагружения крана Q1 (редкая работа с грузом, близким к номинальному, группа режима работы крана по ГОСТ 25546-82 и ИСО 4301/1-86 - **A1 легкий**

$$C_H = 3,2 \cdot 10^4$$

2.5. По формуле (2) определяем интенсивность прогиба заложенную в м/к крана с данными геометрическими параметрами, материалом и режимом работы

$$\lambda = \frac{34}{3,2 \cdot 3,2 \cdot 10^4} = 0,00106 \text{ мм/цикл}$$

2.6. По результатам измерений крановых балок, отрицательный прогиб балок №1 и №2 составил 5мм и 6мм, средний $f'_{\text{стр.ф}} = 5,5$ мм



2.6.1. Величина фактического запаса прогиба на момент экспертизы составит:

$$f'_o = 34 - 5,5 = 28,5 \text{ мм}$$

2.7. Остаточный ресурс крана в циклах нагружения составит:

$$C_{\text{ц.ост}} = \frac{f'_o}{\lambda \cdot K_g} = \frac{28,5}{0,00106 \cdot 1,25} = 21,5 \cdot 10^3 \text{ циклов}$$

2.8. Остаточный ресурс металлоконструкции крана (гарантированный) составит:

$$T_{\text{ост}} = \frac{C_{\text{ц.ост}}}{C_{\text{ц.год}}} = \frac{21509}{3570} = 6,02 \text{ года}$$

Литература:

1. ГОСТ 28609-90 Краны грузоподъемные. Основные положения расчета
2. РД 10-112-5-97 Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые.
Согласованы с Госгортехнадзором России письмом от 13.11.97 № 12-7/1057
3. ГОСТ 25546-82 Краны грузоподъемные. Режимы работы
4. ИСО 4301/1-86. Краны и подъемные устройства. Классификация. Часть 1.
Общие положения