



УДК 621.873/875 (031)

А.З. Манапов, И.Ю. Майстренко

ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ЗАПАСА ЖЕСТКОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ МОСТОВЫХ КРАНОВ

В настоящее время более 80% мостовых кранов эксплуатируются за пределами установленного нормативного срока службы. Оценка фактического запаса жесткости металлоконструкций необходима для принятия решения о возможности или невозможности продления срока эксплуатации кранов.

В работе приводятся результаты статистического анализа фактического запаса жесткости 32 мостовых кранов, эксплуатируемых на машиностроительных предприятиях Приволжского округа Госгортехнадзора России с 1956 года.

В качестве критерия оценки состояния мостового крана может быть использован наряду с другими параметрами и коэффициент запаса жесткости конструкции. Логичность такого подхода объясняется: во-первых, тесной корреляцией жесткости и прочности главной балки; во-вторых, простотой получения информации о фактической жесткости главной балки путем измерения ее прогибов.

В расчетах были использованы результаты инструментальных измерений прогибов главных балок, полученные при проведении статических испытаний кранов в течение всего периода эксплуатации с периодичностью 1 раз в 3 года (при полном техническом освидетельствовании крана).

Можно говорить о двух коэффициентах запаса жесткости: о фактическом запасе жесткости и о расчетном запасе жесткости.

Фактический коэффициент запаса жесткости рассчитан по результатам инструментальных измерений прогибов и установлены границы доверительных интервалов для принятой доверительной вероятности:

$$K_i = \frac{[f]}{f_i \pm e_i}$$

где $[f]$ - допустимое значение прогиба главной балки, назначаемое с учетом группы режима работы крана и расположения кабины управления;

f_i - фактический прогиб главной балки по инструментальным измерениям;

e_i - половина доверительного интервала для доверительной вероятности b (принята $b = 0,95$).

Расчетный коэффициент запаса жесткости получен решением зависимости

$$K_p = \frac{[f]}{f_p},$$

где f_p - расчетный прогиб главной балки в середине пролета крана под действием нагрузок: от веса груза, включая грузозахватный орган, и от собственного веса грузовой тележки с учетом соответствующих коэффициентов перегрузки [1].

Отношение $\frac{f_i \pm e_i}{f_p}$ рассматривается как показатель наличия или отсутствия дополнительного запаса жесткости K_f главной балки и представляется как один из относительных критериев оценки остаточного ресурса металлических конструкций крана.

Результаты статистического анализа фактического запаса жесткости главных балок мостовых кранов для различных заводов-изготовителей, режимов работы и грузоподъемности представлены на рисунках 1-3.

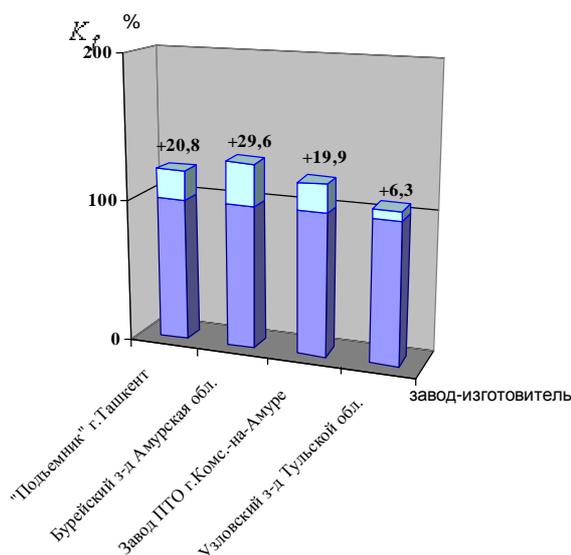


Рис.1 Дополнительный запас жесткости K_f для различных заводов-изготовителей



Завод-изготовитель	Расчетный запас жесткости			Фактический запас жесткости			$K_f = \frac{\hat{K}_i}{\hat{K}_p}$
	K_p	e_p	\hat{K}_p	K_i	e_i	\hat{K}_i	
«Подъемник» г.Ташкент	1,233	0,096	1,137	1,866	0,493	1,373	1,208 (+20,8%)
Бурейский завод Амурской области	1,277	0,234	1,043	2,733	1,381	1,352	1,296 (+29,6%)
Завод ПТО г.Комсомольск-на-Амуре	1,193	0,072	1,121	1,617	0,273	1,344	1,199 (+19,9%)
Узловский завод Тульской области	1,24	0,105	1,135	1,583	0,377	1,206	1,063 (+6,3%)

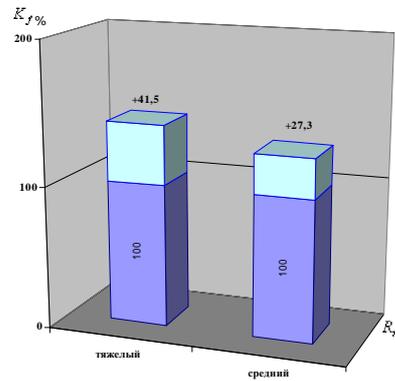


Рис.2 Дополнительный запас жесткости K_f для различных заводов-изготовителей

Режим работы крана, $R_{кр}$	Расчетный запас жесткости			Фактический запас жесткости			$K_f = \frac{\hat{K}_i}{\hat{K}_p}$
	K_p		\hat{K}_p	K_i		\hat{K}_i	
Тяжелый	1,158	0,050	1,108	1,993	0,425	1,568	1,415 (+41,5%)
Средний	1,256	0,053	1,203	1,695	0,163	1,532	1,273 (+27,3%)

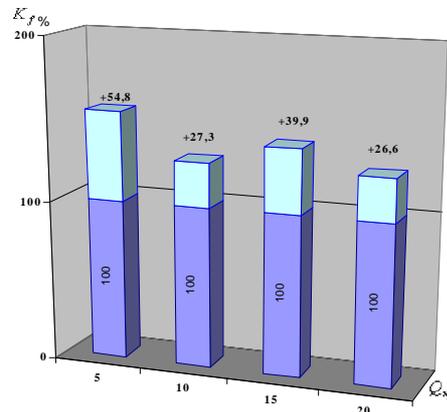


Рис.3 Дополнительный запас жесткости K_f для различных заводов-изготовителей



Грузоподъемность, $Q_{\text{ед}}, \text{т}$	Расчетный запас жесткости			Фактический запас жесткости			$K_f = \frac{\hat{K}_i}{\hat{K}_p}$
	K_p	e_p	\hat{K}_p	K_i	e_i	\hat{K}_i	
5,0	1,312	0,097	1,215	2,364	0,483	1,881	1,548 (+54,8%)
10,0	1,225	0,079	1,146	1,638	0,179	1,459	1,273 (+27,3%)
15,0	1,168	0,102	1,066	2,20	0,708	1,492	1,399 (+39,9%)
20,0	1,137	0,092	1,045	1,433	0,110	1,323	1,266 (+26,6%)

\hat{K}_p – расчетный запас жесткости по минимальному значению доверительного интервала e_p с доверительной вероятностью $b = 0,95$.

\hat{K}_i – фактический запас жесткости по инструментальным измерениям прогиба по минимальному значению доверительного интервала e_i с доверительной вероятностью $b = 0,95$.

В объеме использованной выборки можно сделать следующие выводы:

- фактический запас жесткости по всем объектам анализа превышает расчетный запас жесткости на $6,3 \div 54,8\%$;

- наибольшее превышение фактического запаса жесткости по сравнению с расчетным получено для кранов, изготовленных Бурейским заводом, для кранов с более интенсивным режимом эксплуатации, для кранов с грузоподъемностью 5 тонн;

- для наиболее объективной оценки фактического состояния металлических конструкций главных балок мостовых кранов требуется иметь в наличии не только единичные результаты инструментальных измерений статических прогибов, полученных при проведении экспертных обследований, но и равномерную по времени выборку значений данных инструментальных измерений,

которая может быть получена при проведении, например, полных технических освидетельствований кранов с установленной периодичностью 1 раз в 3 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчета элементов стальных конструкций. СТО 24.09-5821-01-93. Стандарт ВНИИПТМАШ., 1993. - С.-135.
2. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
3. РД 22-28-36-01. Краны грузоподъемные. Типовые программы и методики испытаний (вкл. ИТОс 22-01-01 “Инструкция по проведению технического освидетельствования грузоподъемных кранов”) (взамен РТМ 2201-79-93).