

## Метод прогнозирования остаточного ресурса мобильных кранов с телескопическими стрелами с использованием статистической обработки массива данных по множеству однотипных кранов

**В.Б. Дедков,**  
гл. инженер

**В.С. Лисин,**  
дефектоскопист

**К.П. Позынич,**  
канд. тех. наук, доцент

**Ю.В. Колбин,**  
директор

ООО «СМК ПС ИТЦПТМ»

Тихоокеанский государствен-  
ный университет

**Дано описание метода индивидуального прогнозирования остаточного ресурса мобильных грузоподъемных кранов в различных случаях применения.**

**Ключевые слова:** метод прогнозирования, остаточный ресурс, замеры, статистическая обработка, массив данных, однотипные краны.

**С**егодня для подъемных сооружений еще не получил развития перспективный подход к прогнозированию остаточного ресурса грузоподъемных кранов, основанный на экспертных обследованиях, проводимых с первого года эксплуатации (метод индивидуального прогнозирования или так называемый мониторинг), когда накопленный на основе экспериментальной базы массив данных позволяет определить темп развития интегрального показателя предельного состояния крановых несущих металлоконструкций каждого крана. Это объясняется тем, что сбор статистического материала о состоянии крановых несущих металлоконструкций до истечения нормативного срока службы в настоящее время официально не предусмотрен. Между тем, мониторинг дает возможность выявлять не только темп (скорость), но и закономерность развития повреждений с учетом механизмов деградации и типов дефектов.

Метод индивидуального прогнозирования развития параметров деградации применяется в том случае, если их можно измерить непосредственно. Причем метод построен так, что каждый последующий замер корректирует (уточняет) дальнейший прогноз. Другими словами, назначив мониторинг, можно через некоторое число замеров выявить индивидуальные свойства объекта и достаточно точно прогнозировать развитие параметров деградации. Два замера отклонения с определенным интервалом между ними позволяют установить, имеет ли эксперт дело с разовым повреждением или с прогрессирующей геометрической деградацией элемента несущих металлоконструкций.

Метод индивидуального прогнозирования целесообразен также в случаях, когда остаточный ресурс оценить не удастся из-за невозможности формального описания деградации свойств металла технического устройства в условиях эксплуатации.

В случае невозможности непрерывного контроля параметров технического состояния конкретного крана или при его обследовании только после истечения нормативного срока службы (срока службы, установленного производителем), что является сегодня типичным случаем, представляется возможным применить метод, при котором прогнозирование остаточного ресурса осуществляется по ведущему повреждению и средней скорости его роста, определенной с использованием статистической обработки массива данных по множеству однотипных кранов, эксплуатируемых в аналогичных условиях.

Очевидно, что однотипность мобильных кранов с жесткой подвеской стрелы не вызывает сомнений. Это же касается и однотипности условий эксплуатации стреловых кранов, так как в настоящее время накоплено значительное количество статистических данных по нагруженности этих кранов в эксплуатационных условиях, которые позволяют выявить некоторые закономерности и сделать ряд обоснованных статистических выводов, главным из которых является то, что для стреловых кранов характерны так называемые легкие режимы работы с группами классификации А1, А2 и гораздо реже А3.

Для абсолютного большинства стреловых кранов с жесткой подвеской стрелы (с телескопическими стрелами) при длительной нормальной эксплуатации характерна деградация стрел в виде появления и развития отклонения оси телескопической стрелы без груза от прямой линии в плоскости качания, являющегося в данном случае интегральным показателем их предельного состояния. Модель деградации телескопических стрел при этом характеризуется критерием накопления и роста указанного отклонения при определенном в РД 10-112-2-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 2. Краны стреловые самоходные общего назначения» (далее — РД 10-112-2-97) интегральном показателе их предельного состояния — отклонении  $f$  от прямолинейности оси стрелы в рабочем положении без груза в вершине в плоскости качания стрелы.

Для формирования и пополнения массива данных средних скоростей роста отклонения осей стрел в вершине от прямолинейности при обследовании кранов с телескопическими стрелами в числе прочих их параметров определяют:

число лет, отработанных краном до данного обследования  $T_{\text{обсл}}$  с момента его выпуска или установки новой стрелы в случае ее замены;

✧ интегральный показатель предельного состояния — отклонение от прямолинейности оси стрелы без груза в вершине  $f$  (мм) в плоскости качания;

✧ длину стрелы при выдвинутых полностью секциях  $L_c$  (мм);

✧ норматив допускаемого отклонения от прямолинейности оси стрелы в вершине  $[f] = 0,007L_c$ ;

✧ разницу между фактическим отклонением на момент обследования и его нормативом  $(f - [f])$ , мм;



✧ среднюю скорость роста интегрального показателя предельного состояния — отклонения оси стрелы данного крана от прямой в вершине

$$v = (f - [f]) / T_{\text{обсл}}, \text{ мм/год.}$$

Необходимо отметить, что такой подход справедлив для стрел, находящихся в условиях нормальной длительной эксплуатации без ремонта как стрелы в целом, так и ее отдельных секций и опорных элементов секций.

Авторами проведено около двухсот количественных исследований находящихся в эксплуатации стреловых кранов с жесткой подвеской стрелы грузоподъемностью от 6,3 до 40 т отечественного и иностранного производства, большинство из которых отработало от одного до полутора-двух нормативных сроков службы. У всех их имеет место отклонение оси стрелы от прямолинейности в плоскости качания, т.е. действительно происходит деградация одного из главных элементов крановых несущих металлоконструкций.

Статистическая обработка массива результатов измерений дает возможность при проведении экспертизы промышленной безопасности грузоподъемных кранов прогнозировать остаточный ресурс по ведущему повреждению и средней скорости его роста, поскольку оценка возможности дальнейшей эксплуатации в соответствии с требованиями промышленной безопасности, включающая в числе прочего и расчет остаточного ресурса, под которым понимается остаточный ресурс крановых несущих (расчетных) металлоконструкций, является обязательной в соответствии с РД 10-112-2-97.

[kolbin@itc-ptm.ru](mailto:kolbin@itc-ptm.ru)

Статья поступила в редакцию 26 октября 2015 г.

УДК 629.039.58

© М.В. Лисанов, Е.В. Ханин, 2015

### Методология анализа риска аварий

**М.В. Лисанов,**

д-р техн. наук,  
директор центра анализа риска

**Е.В. Ханин,**

зав. сектором

ЗАО НТЦ ПБ

**Представлен краткий обзор методического обеспечения анализа риска при регулировании промышленной безопасности. Изложены предложения по повышению эффективности анализа риска аварий на опасных производственных объектах.**

**Ключевые слова:** авария, риск, безопасность.

**М**етодология анализа риска аварий является основой обоснования безопасности и декларирования промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО), расчетов пожарного риска, подготовки планов по ликвидации аварий и разработки технических регламентов.