

УДК 621.873/.875

Е.В. Маковеева

ОАО «ПО «Севмаш»

Маковеева Елена Владимировна родилась в 1982 г., окончила в 2005 г. С.-Петербургский государственный морской технический университет, инженер-технолог лаборатории промышленной диагностики НИТИЦ ОАО «ПО «Севмаш», старший преподаватель кафедры проектирования подъемно-транспортного и технологического оборудования Севмашвтуза, аспирант Северного (Арктического) федерального университета. Имеет 5 научных работ в области лесной промышленности.
E-mail: miv@atnet.ru



СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «МИКРОПРОФИЛЬ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ – НАГРУЖЕННОСТЬ ХОДОВОЙ ТЕЛЕЖКИ КРАНА ТИПА КБ»

Установлена зависимость влияния состояния подкрановых путей на металлоконструкцию ходовой тележки лесопогрузчика типа КБ.

Ключевые слова: статистическая идентификация, динамическая система, нагруженность, микропрофиль, ходовая тележка, прогнозирование, гистограмма, отклонение, корреляционная функция, аппроксимация, амплитудно-частотная характеристика.

В настоящее время на предприятиях многих отраслей промышленности существует проблема обеспечения безопасной эксплуатации технологического оборудования [1]. Особенно данная проблема характерна для лесного комплекса, основное оборудование которого давно выработало нормативный срок службы. К нему относятся и такое оборудование повышенной опасности, как краны-лесопогрузчики. Для обеспечения безопасной эксплуатации и продления срока службы проводится их техническое освидетельствование. Краны-лесопогрузчики эксплуатируют в условиях циклических нагрузок и воздействия окружающей среды, что приводит к коррозии, постепенному ухудшению прочностных характеристик материала и появлению развивающихся трещин в наиболее нагруженных зонах крановых металлоконструкций.

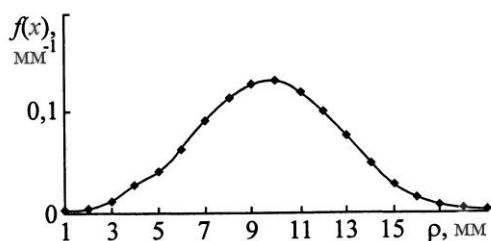
Техническое освидетельствование с оценкой остаточного ресурса является сложной технической задачей. Необходимо привлечение обученных специалистов и использование сложной измерительной техники. В на-

стоящее время оценка технического состояния лесопогрузчиков осуществляется по балльной системе [2]. Такая методика не позволяет с достаточной точностью определить срок безопасной эксплуатации крана и назначить время следующего освидетельствования.

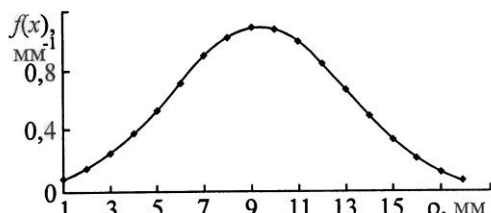
Следует отметить, что методик прогнозирования остаточного ресурса ходовых тележек лесопогрузчиков в настоящее время не существует. Предлагается решить данную проблему определением возникающих напряжений в металлоконструкции ходовых тележек при движении крана.

Для решения данной технической задачи в июле 2007 г. изучено влияние состояния подкрановых путей на металлоконструкцию ходовой тележки лесопогрузчика типа КБ.

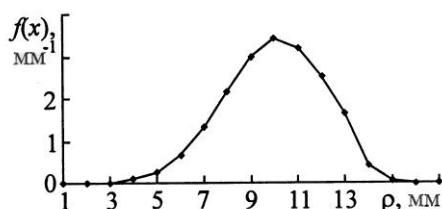
После соответствующей обработки результатов были получены зависимости влияния состояния подкрановых путей на металлоконструкцию ходовой тележки и функции распределения положения головки рельса относительно линии тренда насыпи, горизонтальных и вертикальных напряжений (рис. 1).



а



б



в

Рис. 1. Функции распределения пути (а), горизонтальных (б) и вертикальных (в) напряжений (ρ – частота процесса)

После обработки получены корреляционные функции пути и вертикальных напряжений (рис. 2).

Проведена аппроксимация корреляционных функций подкранового пути и вертикальных напряжений (рис. 3).

Рассчитаны спектральные плотности пути и вертикальных напряжений по следующим формулам:

$$Y_{\text{пут}}(\omega) = 2a \frac{\omega^2 + a^2 + v^2}{\sqrt{b^2 + a^2 - v^2} + 4a^2v^2};$$

$$Y_{\text{верт.напр}}(\omega) = 2a \frac{\omega^2 + a_0^2 + v_0^2}{\sqrt{b^2 + a_0^2 - v_0^2} + 4a_0^2v_0^2},$$

где ω – текущее значение частоты;

$$a = 0,080; \quad a_0 = 0,126;$$

$$v = 0,263; \quad v_0 = 0,258.$$

Построены графики спектральной плотности пути и вертикальных напряжений (рис. 4).

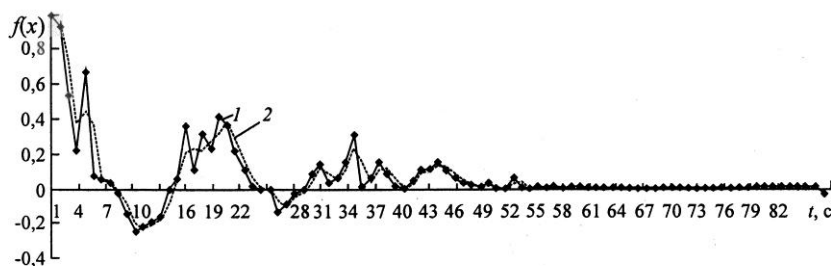
В итоге получена экспериментальная нормированная амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) процесса (рис. 5).

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

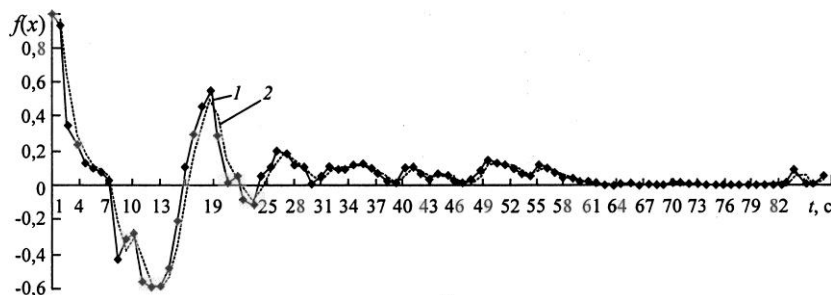
Динамическая система «микропрофиль подкрановых путей – нагруженность ходовой тележки крана типа КБ» в динамическом смысле является линейной.

Максимумы спектральных плотностей совпадают по частоте, которая равна $0,25 \text{ c}^{-1}$.

Передаточная функция данной динамической системы была получена в виде квадрата АЧХ.

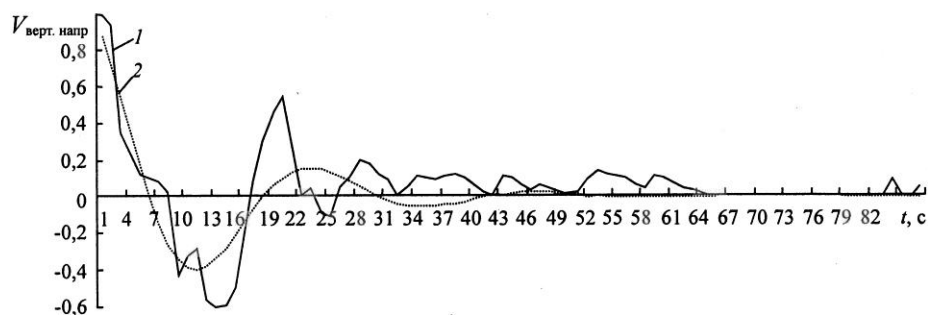


а

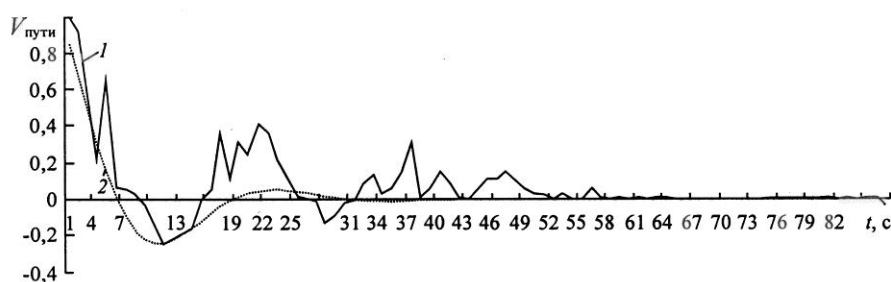


б

Рис. 2. Корреляционные функции пути (а) и вертикальных напряжений (б): 1 – экспериментальная корреляционная функция; 2 – сглаженная кривая



а



б

Рис. 3. Аппроксимация корреляционных функций пути (а) и вертикальных напряжений (б)

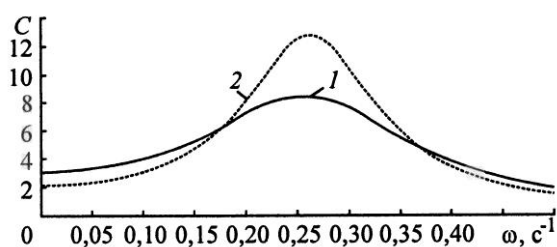


Рис. 4. График нормативных спектральных плотностей пути (1) и вертикальных напряжений (2)

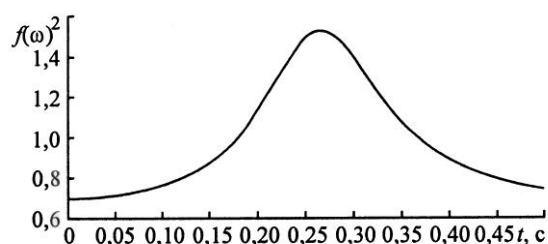


Рис. 5. Экспериментальная нормированная АЧХ

Характеристика АЧХ позволяет определить вероятностные характеристики нагруженности ходовой тележки данного погрузчика при прочих равных условиях.

Данная статистическая идентификация может быть использована при проверке корректности теоретической модели передаточной функции систе-

мы «микропрофиль подкрановых путей – нагруженность ходовой тележки крана типа КБ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Маковеева Е.В., Руденко А.В.* Об определении остаточного ресурса металлоконструкций грузоподъемных машин, отработавших нормативный срок службы // Проблемы корабельного машиностроения: Сб. докл. Вып. 4. Северодвинск: Севмашвтуз, 2005.
2. МУ УЭЦ 480100.001. Методические указания по оценке остаточного ресурса грузоподъемных кранов, отработавших нормативный срок службы.
3. РЭ-02/2062-01.01. Руководство по эксплуатации микропроцессорной многоканальной тензометрической системы ММТС-64.01.

Поступила 30.05.10

E.V. Makoveeva
Sevmashvtuz, Branch of Saint-Petersburg State Marine Technical University

Statistical Identification of Dynamic System “Microprofile of Crane Tracks – Carriage Loading of KB-type Crane”

The effect of crane tracks state on metalware of KB-type logger carriage is established.

Keywords: statistical identification, dynamic system, loading, microprofile, carriage, forecasting, histogram, deviation, correlation function, approximation, amplitude-frequency characteristic.