

УДК 629.3.083

**СИСТЕМА ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
МЕХАНИЗМОВ КРАНА RTG С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БЕСПРОВОДНЫХ ДАТЧИКОВ****VIBRATION-BASED MONITORING SYSTEM FOR RTG CRANE
VECHANISM USING WIRELESS SENSORS**

Кривоносов Т.Р.;

Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

И.В. Зуб, к.т.н., к.п.н., доцент;

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова».

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы вибродиагностического мониторинга механизмов крана RTG с использованием беспроводных датчиков для предиктивного обнаружения поломок. Ключевой узел контроля – лебёдка. Анализируется необходимость перехода от планового технического обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию механизмов. Представлена система, которая включает в себя сенсорный уровень, уровень сбора данных и сервер аналитической обработки. Рассмотрены алгоритмы обработки вибросигналов и выполнена оценка технических и экономических показателей эффективности внедрения системы в условиях контейнерного терминала.

Ключевые слова: вибродиагностика, RTG-кран, беспроводные датчики, предиктивное обслуживание, мониторинг состояния, портовое оборудование.

Abstract. This article explores a solution for a vibration diagnostic monitoring system for an RTG crane using wireless sensors for predictive fault detection. The winch is the key monitoring component. The need to transition from scheduled maintenance to condition-based maintenance is analyzed. A system is presented that includes a sensor layer, a data collection layer, and an analytical processing server. Vibration signal processing algorithms are discussed, and the technical and economic performance indicators of the system are assessed in a container terminal environment.

Keywords: vibration diagnostic? RTG crane, wireless sensors, predictive maintenance, condition monitoring, port equipment.

Современные контейнерные терминалы работают в условиях высокой интенсивности грузооборота. Таким образом краны типа RTG являются одним из главных перегрузочных узлов. Они выполняют штабелирование и перемещение контейнеров и от их надёжности напрямую зависят производительность терминала, простои и экономические показатели.

Система технического обслуживания основана на плановых ремонтах за определенное количество отработанных часов. Но такой способ не

позволяет выявлять скрытые поломки и дефекты заранее. В результате, при аварийных отказах может случиться простой, а также затраты на восстановление оборудования. Поэтому возникает необходимость внедрения систем мониторинга технического состояния.

Целью статьи является описание структуры и принципов функционирования системы вибродиагностического мониторинга с использованием беспроводных датчиков.

Вибрация является одним из важнейших параметров состояния механизмов, с помощью которой можно выявлять дефекты задолго до их перехода в аварийную стадию. Любые отклонения в работе подшипников, зубчатых передач и валов сопровождается изменением характеристик вибросигнала.

Наиболее критичным узлом крана RTG является лебёдка механизма подъёма. Она работает при нагрузках до 40 тонн, испытывая динамические нагрузки при пуске и торможении. Основными дефектами являются – износ подшипников, люфты вала барабана и усталостные повреждения. Редуктор подвергается значительным механическим нагрузкам, передавая крутящий момент от электродвигателя к барабану лебёдки и имеет неисправности такие как: износ зубчатых передач, разрушение подшипников качения, несоосность валов. Отказ редуктора приводит к полной остановке работы крана.

Система вибродиагностического мониторинга механизмов крана RTG строится на последовательной передаче и обработки данных: от измерения параметров работы до оповещения о неисправности оператора. Основной задачей этой системы является непрерывный контроль состояния лебёдки без остановки крана от работы.

Сначала устанавливаются беспроводные вибрационные и температурные датчики на корпусе редуктора и на опорах барабана лебёдки – в зонах, наиболее склонных к дефектам. Датчики непрерывно фиксируют уровень температуры и вибрации узлов во время работы крана. При стабильной работе показатели остаются в допустимых пределах. Если начинается износ механизмов или перегрузка, то показатели постепенно выходят из пределов.

Программное обеспечение сравнивает текущие показатели с установленными нормативными значениями и анализирует изменение параметров, далее результаты отображаются в интерфейсе у оператора. Таким образом система вибродиагностического мониторинга с применением беспроводных датчиков позволяет выявлять отклонения в работе механизмов подъёма.

Для того чтобы система могла не только фиксировать вибрацию, но и определять характер неисправности, применяется последовательная

обработка сигналов. В первую очередь выполняется фильтрация данных, чтобы удалить случайные помехи и колебания, не связанные с техническим состоянием механизмов. Это позволяет получить точную информацию о работе узлов.

Далее рассчитывается общий уровень вибрации. Если значение этого показателя увеличивается, то состояние оборудования ухудшается. В итоге, по показателям вибрации можно определить. Повреждён ли подшипник, изнашиваются ли зубья редуктора или возникла несоосность валов.

Дополнительно анализируются данные температуры. Если температура стабильно растёт, то это говорит о перегреве.

В результате применения таких датчиков и алгоритмов анализа информации система способна выявлять износ подшипников, повреждение зубчатых передач, нарушение соосности валов, перегрев и недостаток смазки механизмов задолго до их полного отказа.

Данная система способствует снижению аварийных отказов, что сокращает затраты на ремонт. Повышается коэффициент технической готовности крана. Стоимость установки и внедрения системы сопоставима с затратами на один серьёзный аварийный ремонт механизма.

Так же повышается уровень промышленной безопасности за счёт предупреждения внезапных отказов оборудования.

Таким образом разработка и внедрение системы вибродиагностического мониторинга механизмов крана RTG с использованием беспроводных датчиков позволяет снизить количество аварийных отказов, сократить затраты на ремонт и уменьшить время простоя оборудования. Предложенное решение обеспечивает повышение надёжности оборудования и повышение уровня предиктивного обнаружения поломок.

Список литературы

1. Ежов, Ю. Е. Пути повышения эффективности технического обслуживания промышленного перегрузочного оборудования / Ю. Е. Ежов, А. К. Бардин, В. А. Сидоренко // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 113-120. – DOI 10.21821/2309-5180-2019-11-1-113-120. – EDN WABZUO.
2. Киселев, С. Л. Эволюция методов вибрационного мониторинга и диагностики: обзор / С. Л. Киселев // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2023. – Т. 1. – С. 274-278. – EDN JKXNKG.
3. Костомаров, Р. В. Анализ методов вибрационной диагностики электрических машин / Р. В. Костомаров // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, Кемерово, 16–17 декабря 2020 года. – Кемерово:

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – С. 317-1-317-6. – EDN TACVDK.

4. Моргалик, Б. М. Виброакустический контроль состояния элементов подшипников качения / Б. М. Моргалик, А. П. Прудников, Д. М. Ковалев // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2022. – № 3(76). – С. 60-68. – DOI 10.53078/20778481_2022_3_60. – EDN ZNEPXC.

5. Савочкин А.А., Костин И. С., Панин Д.О., Ежов Д. С., Теймуров К.Р., Подминогин С.В., Морунов А.П., Чернов Д.В. Методы технического диагностирования дизелей // Молодой учёный – 2020. - №14 (304) – С. 88-90. – ISSN 2072-0297.